CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DES DENTS

PREMIER MÉMOIRE

ORIGINE ET FORMATION DU FOLLICULE DENTAIRE CHEZ LES MAMMIFÈRES

PAR LES DOCTEURS

Ch. LEGROS et E. MAGITOT

Avec 6 planches

EXTRAIT DU JOURNAL DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE
DE M. CH. ROBIN
(nº de septembre-octobre 1873)

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, Rue Hautefeuille, près du boulevard Saint-Germain.

1873

CONTRIBUTIONS

A L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DES DENTS

PREMIER MÉMOIRE

ORIGINE ET FORMATION DU FOLLICULE DENTAIRE

CHEZ LES MAMMIFÈRES

Le travail que nous publions aujourd'hui représente la première partie d'une série d'études entreprises sur l'ensemble des phénomènes d'évolution du système dentaire chez les mammifères.

Ce problème qui est, comme on sait, l'un des plus difficiles de l'embryogénie, et qui est encore entouré d'une si grande obscurité, a été de notre part l'objet de longues investigations qui ont porté sur l'embryon humain et sur ceux des mammifères domestiques. Nous avons pu ainsi nous convaincre que les phénomènes présentent dans la série des mammifères, sauf quelques différences secondaires, une similitude parfaite dans les faits physiologiques généraux ; le mode de production du follicule, la composition anatomique des parties qui le composent, le rôle qu'elles remplissent dans les fonctions de l'organe dentaire sont de tous points semblables.

Nos recherches ont été suscitées non-seulement par l'état d'incertitude et de controverse où se trouve cette question, mais aussi par la lecture de plusieurs travaux importants publiés en Allemagne durant ces dernières années par divers anatomistes : Kölliker, Waldeyer, Hertz, Kollmann, etc.

Les résultats présentés par ces observateurs ont acquis, pour

certaines parties de la question, une importance considérable ; ils ont apporté à sa détermination des éléments nouveaux dont quelques-uns restent légitimement acquis à la science, tandis que d'autres qui ont pour tendance d'infirmer des données avancées par des auteurs anglais ou français manquent, ainsi que nous chercherons à l'établir, de précision et de rigueur suffisantes. En outre, plusieurs questions subsistent sans solution aucune.

C'est dans l'espérance d'élucider ce problème que nous avons entrepris cette série de recherches.

Suivant rigoureusement l'ordre physiologique, nous avons été conduits à envisager successivement :

1° Le mode d'origine et de formation du follicule dentaire ;

2° La morphologie et la structure de ce follicule au moment de son complet développement ;

3° L'évolution de la dent proprement dite au sein du follicule.

Le présent Mémoire aura donc pour objet l'étude de la première de ces trois questions.

§ 1. — De l'état des mâchoires de l'embryon au moment de la genèse du follicule. Du bourrelet épithélial.

Bien que nous n'ayons pas l'intention de nous étendre longuement sur la constitution générale des mâchoires au moment de la genèse du follicule (1), nous croyons toutefois devoir insister spécialement sur quelques points plus directement en rapport avec notre sujet.

En ce qui concerne la mâchoire inférieure, on sait qu'à une certaine époque de la vie embryonnaire, variable suivant les espèces animales, l'arc maxillaire, absolument dépourvu de toute trace de tissu osseux, renferme au sein des éléments qui le composent et à titre de soutien squelettique, une bande cartilagineuse paire, symétrique, réunie à sa congénère sur la ligne médiane au niveau de la symphyse future et s'étendant sur les côtés dans

(1) Voyez, à ce sujet, Ch. Robin et E. Magitot, *Mémoire sur la genèse et le développement des follicules dentaires* in *Journal de physiologie de Brown-Séquard*, 1860, p. 4 et suiv. — Des mêmes auteurs : Mémoire sur le *Cartilage de Meckel*, in *Annales des sciences naturelles*. 1862, t. XVIII, 4e série, n° 4.

toute la longueur de cet arc maxillaire et jusqu'au cadre tympanique, c'est le *cartilage de Meckel*. Cet organe, qui ne joue dans le développement du maxillaire qu'un rôle transitoire, occupe la partie interne de l'arc ; il est plongé au milieu d'un tissu embryonnaire avec lequel il représente à cette époque de la vie fœtale les seuls éléments fondamentaux de la mâchoire (pl. I, fig. 1, 2, 3, *a*).

Pour la mâchoire supérieure, le moment de l'évolution qui correspond à ce que nous venons d'établir pour le maxillaire inférieur est celui où les deux bourgeons maxillaires ont opéré leur soudure avec le bourgeon médian ou intermaxillaire. C'est environ vers le quarante ou quarante-cinquième jour qu'a lieu ce phénomène chez l'embryon humain (1).

Les deux arcs maxillaires étant ainsi constitués, on remarque bientôt que dans la partie arrondie et saillante qui répond à la cavité buccale et qui constituera plus tard le bord alvéolaire, il s'est produit une couche de cellules épithéliales formant dans toute la longueur une saillie ou bourrelet lisse, arrondi et sans aucun pli ou dépression quelconque. Ce bourrelet, visible à l'œil nu, est encore plus manifeste si l'on examine une coupe perpendiculaire à l'axe de l'arc maxillaire, et l'on reconnaît que sur les côtés de ce bourrelet qui se compose d'une épaisse couche de cellules, le revêtement épithélial n'est formé que de quelques rangées peu nombreuses, superposées, quelquefois même d'une rangée unique. Le bourrelet épithélial s'ajoute ainsi, à un moment donné, aux éléments embryonnaires des maxillaires qui ne renferment encore aucun autre tissu bien défini, si ce n'est quelques vaisseaux, des nerfs, et des fibres musculaires en voie d'évolution.

Ce bourrelet épithélial a une forme tout à fait spéciale sur laquelle il importe d'insister et que le seul examen de sa surface extérieure ou buccale ne saurait laisser supposer. En effet, sur une coupe verticale on remarque qu'en outre de la saillie lisse et arrondie qu'il offre dans la bouche et qui lui justifie le nom que nous lui donnons (*rempart maxillaire*, *Kieferwall* de Kölliker, Waldeyer et Kollmann), le bourrelet présente, dans la partie qui

(1) Voyez Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 9.

plonge dans le tissu des maxillaires, une configuration spéciale : en opposition à la saillie extérieure et libre, on en voit une seconde qui pénètre au milieu des éléments sous-jacents et dont les limites représentent à peu près la forme d'un *V* dont le sommet s'incline légèrement vers le côté interne (pl. I, fig. 1, 2 et 3 *d*, *d'*).

Ainsi constitué, le bourrelet épithélial représente donc en réalité une bande continue à peu près verticale et sans aucune interruption dans toute la longueur du bord alvéolaire. L'existence de cette bande est constante chez les mammifères supérieurs et chez l'homme ; on la retrouve même sur des points qui resteront dépourvus de dents, comme la barre des solipèdes (1).

(1) Il n'en est pas de même du bord antérieur ou incisif du maxillaire supérieur des ruminants où cependant l'existence des follicules rudimentaires aurait été constatée par un grand nombre d'auteurs. Une recherche toute récente a été entreprise sur ce point, par un élève du laboratoire du professeur Robin, M. V. Pietkewiekz ; les résultats auxquels il est arrivé étant de nature à infirmer les données généralement admises à ce sujet, nous ne pouvons mieux faire que de transcrire ici textuellement la note qu'a bien voulu rédiger pour nous cet observateur :

« Dans une communication faite en 1839, à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, sur la *Marche folliculaire de la dentition chez les ruminants*, John Goodsir annonça l'existence des germes de canines et d'incisives supérieures dans la vache et le mouton. Geoffroy Saint-Hilaire avait déjà décrit des germes dentaires dans la mâchoire inférieure du *Balæna mysticetus*, aussi cette découverte embryogénique rapprochée de données fournies, les unes par l'anatomie comparée, les autres par la paléontologie, devait acquérir une importance considérable dans les sciences biologiques.

» Tous les auteurs, en effet, ont constaté la présence des canines supérieures dans deux ou trois genres de ruminants, et l'existence, en outre, d'une paire d'incisives bien distinctes chez les chameaux et les lamas ; ces derniers, d'après M. Paul Gervais, auraient même deux paires d'incisives supérieures dont une disparaît chez les adultes, mais se voit chez les sujets peu avancés en âge. D'autre part, l'étude des espèces fossiles a montré que les Dremotheriums et les Amphitragalus considérés comme d'anciens ruminants de la tribu des Chevrotains, ont sept molaires, comme les sangliers, comme les hippopotames et la plupart des pachydermes omnivores. (P. Gervais, *Histoire naturelle des mammifères*, t. II, p. 172.)

» Cette assertion de Goodsir venant ainsi à l'appui des faits connus pouvait donc servir de chaînon pour rattacher les uns aux autres des groupes d'animaux séparés jusqu'alors. Aussi, tandis que des naturalistes s'autorisent de cette observation pour modifier la classification des mammifères terrestres polyplacentaires, et remplacer les deux groupes des pachydermes et des ruminants par ceux des proboscidiens, des bisulques et des jumentés (P. Gervais, *Histoire naturelle des mammifères*, t. I, p. XIX), voyons-nous les partisans de la théorie du transformisme saisir avec empressement ce nouvel argument en faveur de leur hypothèse. Dans un article très-intéressant de M. Littré sur les *Hypothèses positives de cosmogonie*, à propos de la théorie

Sa forme est également constante chez les différentes espèces, et tandis que du côté du bord alvéolaire le bourrelet offre sa plus grande largeur, il va de là s'amincissant dans la profondeur du tissu sous-jacent en même temps qu'il se recourbe vers le bord externe de manière à présenter une concavité qui regarde vers la ligne médiane et une convexité qui répond à la joue. Cette extrémité amincie, ce sommet, d'abord mousse et arrondi au début, devient bientôt très-aigu au moment de l'apparition de la première trace du follicule.

Histologiquement, le bourrelet épithélial se compose des mêmes éléments qui constituent le revêtement épithélial de la muqueuse buccale, c'est-à-dire de cellules polyédriques par pression réciproque pourvues de leur noyau, et dont la masse est limitée au niveau des deux côtés et du sommet par une rangée continue de cellules prismatiques. Les cellules qui composent le centre du bourrelet présentent souvent sur leurs bords cette disposition dentelée qui a été signalée par les auteurs pour les cellules de l'épiderme et par laquelle les éléments s'engrènent

de Lamarck, nous lisions encore, il y a peu de temps, les lignes suivantes : « Un des » résultats de cette unité de plan qui a le plus surpris à cause du préjugé métaphysique » que la matière ne fait rien en vain (ce que nous ignorons absolument), est la pré- » sence d'organes abortifs, rudimentaires, qui n'ont aucun usage. Dans l'embryon des » ruminants, de nos bœufs, par exemple, l'intermaxillaire de la mâchoire supérieure » contient des incisives qui ne viennent jamais à éruption et qui par conséquent ne sont » d'aucun service.... Ces parties et d'autres que je pourrais citer sont des parties sans » emploi, des parties appropriées à un office qu'elles ne remplissent pas. L'unité de » plan en rend compte ; puis intervient la théorie du transformisme qui explique com- » ment le non-usage en a provoqué l'avortement confirmé par l'adaptation et par » l'hérédité. » (*La philosophie positive*, 1872, t. IX, p. 367.)

» Je fus donc fort surpris quand, dans le cours d'études sur l'évolution des follicules, étant amené à vérifier une opinion qui jouissait d'un tel crédit dans la science, je ne trouvai rien qui pût la justifier. Dans une longue série de préparations faites sur des embryons de bœuf et de mouton pris depuis le moment le plus reculé de la vie embryonnaire jusqu'à une longueur de 30 centimètres, non-seulement je n'ai jamais constaté la présence de follicules, mais je n'ai même jamais trouvé trace de la lame épithéliale.

» Je dois dire cependant qu'au commencement de mes recherches, je fus induit en erreur par une apparence trompeuse. Sur des coupes faites tout à fait à la partie antérieure de la mâchoire supérieure du bœuf et du mouton, on trouve en effet, de chaque côté de la ligne médiane, un sac épithélial qui, se détachant de la muqueuse buccale pour s'enfoncer dans la mâchoire, paraît bien constituer le début du follicule

réciproquement. Quant à la couche prismatique, elle n'offre aucune différence avec la couche de Malpighi dont elle dérive d'ailleurs directement (pl. II, fig. 2 et 3).

Par les considérations qui précèdent, on voit que le bourrelet épithélial que nous venons de décrire n'est qu'un simple prolongement de la couche épithéliale tégumentaire de la bouche qui, en s'enfonçant dans le tissu embryonnaire des arcs maxillaires, s'y creuse pour ainsi dire un sillon qu'il remplit exactement. C'est le sillon qui, sur des mâchoires d'embryons altérées par une macération prolongée, apparaît isolé et vide de son contenu qui s'est spontanément détaché.

Il résulte de là que, dans l'état normal, on ne peut rencontrer à aucune époque de la vie embryonnaire, à la surface du bord alvéolaire, aucune dépression, enfoncement ou perforation quelconque. Or on sait qu'une théorie de l'évolution des dents, émise en 1837 par Goodsir et adoptée depuis par le plus grand nombre

dentaire, tel que le concevait Goodsir (je ne veux point, à ce propos, réfuter ici l'opinion de Goodsir sur la formation et l'évolution des follicules, d'autres que moi se sont chargés de ce soin). Aucune différence ne se constate entre l'épithélium de ce petit sac et celui de la muqueuse buccale dont il ne paraît être qu'une dépression ; la couche muqueuse de Malpighi non interrompue lui forme ainsi un revêtement externe, tandis qu'à son intérieur se trouve un épithélium pavimenteux en tout semblable à celui de la bouche. En s'en tenant là, on peut donc concevoir l'erreur de Goodsir avec l'idée qu'il se faisait du follicule. Mais en continuant à faire des coupes sur la même mâchoire, on voit le petit sac perdre ses rapports avec la muqueuse buccale, pour s'éloigner de plus en plus du plancher de la bouche sous forme de canal circulaire et se rapprocher de la muqueuse des fosses nasales. Bientôt autour de ce canal apparaît un cornet cartilagineux, puis à sa partie supérieure se dessine un bourrelet contenant des vaisseaux et l'on reconnaît l'organe de Jacobson, tel que l'a décrit Gratiolet.

» Il n'y a donc rien là qui puisse être comparé, même de loin, à des germes de canines et d'incisives. L'opinion de Goodsir peut s'expliquer par la fausse idée qu'il se faisait de l'évolution des follicules et parce qu'il n'a pas continué ses recherches sur des préparations s'éloignant de plus en plus de la partie antérieure de la mâchoire, mais elle me paraît devoir être rejetée comme une erreur aussi bien que les conséquences tirées. Non que j'aie la prétention de m'inscrire en faux contre la théorie de la descendance ; certes, de toutes les hypothèses émises sur le développement et la succession des êtres vivants, celle de Lamarck, à laquelle Darwin a ajouté les deux lois de concurrence vitale et de sélection naturelle, est encore la plus satisfaisante et celle qui réunit le plus de preuves en sa faveur ; mais c'est lui rendre service que de la débarrasser d'erreurs qui peuvent devenir des armes contre elle dans la main de ses adversaires. »

des auteurs, était fondée sur un certain mécanisme qui consistait dans la formation du sac folliculaire aux dépens d'une dépression extérieure de la muqueuse buccale. Le décollement par macération de la couche épithéliale pourrait, à la rigueur, donner l'explication de cette erreur, mais rien dans l'état normal ne saurait se prêter en aucune manière à une interprétation de ce genre. La théorie de Goodsir est donc absolument erronée.

§ 2. — De la lame épithéliale. Genèse de l'organe de l'émail.

Nous venons de voir que le bourrelet épithélial continu qui occupe le bord alvéolaire présente dans la profondeur de la mâchoire deux faces, l'une externe convexe, l'autre interne concave. C'est sur un point de cette dernière que se produit ce que nous allons décrire sous le nom de *lame épithéliale.*

Aussitôt qu'est achevé le développement du bourrelet, on voit apparaître à peu près vers le milieu de la face interne, ou parfois sur un point plus rapproché de la surface de la muqueuse, une saillie transversale ou légèrement oblique qui semble être une sorte de diverticulum du bourrelet lui-même. Elle présente une forme un peu aplatie de haut en bas, avec une extrémité arrondie et légèrement recourbée en forme de crosse.

Cette disposition justifie, comme on le voit, complétement le terme de *lame* que nous lui donnons. Elle occupe ainsi, de même que le bourrelet dont elle dérive, toute la longueur du bord alvéolaire.

On peut considérer à la lame épithéliale (pl. I, fig. 3, E,E) une *base* adhérente au bourrelet; un sommet dirigé en dedans dans le tissu embryonnaire et à extrémité mousse; deux faces, l'une supérieure, tournée vers la muqueuse, l'autre inférieure, regardant le fond de l'arc maxillaire.

La composition de la lame est fort simple au début : elle est constituée par une couche centrale de petites cellules polygonales entourée d'une rangée continue de cellules prismatiques; plus tard, on rencontre dans son épaisseur de grandes cellules semblables à celles du bourrelet ou de la couche épiderm-

dispositions sont importantes à noter, car jamais, ainsi que nous le verrons, dans les débris de cette lame ou dans ceux du cordon qui en dérive, on ne retrouve les éléments prismatiques qui en forment le revêtement.

C'est à l'extrémité de cette lame que va se produire l'organe de l'émail, premier vestige du follicule dentaire.

Un léger renflement se montre d'abord à cette extrémité. Ce renflement apparaît rigoureusement au point qui correspond à la position de la dent future : il naît de la sorte un nombre de renflements égal à celui des dents elles-mêmes pour une même dentition (1). Nous donnerons à ce renflement le nom de *bourgeon primitif* du follicule. Ce bourgeon, dérivation immédiate de la lame, reste réuni à celle-ci par une portion amincie en forme de col, qui s'allonge peu à peu en même temps que la masse terminale augmente de volume.

C'est cette masse qui, pendant tout le cours du développement, constituera l'*organe de l'émail*, tandis que le col, par son allongement progressif, ne représente qu'un moyen temporaire d'union avec la lame elle-même.

Le bourgeon primitif présente au début une forme exactement sphérique (pl. II, fig. 3). Il se compose d'une couche extérieure de cellules prismatiques, continuation de celles de la lame, et au centre de cellules polygonales dont le diamètre est toujours inférieur à celles qui remplissent la lame elle-même. Ajoutons que, dans les progrès de l'évolution, ces éléments subissent une

(1) Si une dent surnuméraire vient à se produire, elle résulte vraisemblablement d'une saillie supplémentaire apparaissant sur un point de la lame, intermédiaire à deux saillies normales ou sur un point du cordon, et ce premier développement étant suivi de la série des autres phénomènes, il naît ainsi une dent nouvelle quelle que soit d'ailleurs sa forme. Cette théorie diffère sensiblement de celle qu'a émise Kollmann (*Zeitschr. f. Wissensch. Zoologie*, XX Bd. p. 176), qui fait dériver une dent surnuméraire de la prolifération des débris du cordon épithélial après sa rupture et la formation complète du follicule. Ce qui infirme l'hypothèse de cet auteur, c'est que d'abord la formation et l'éruption de dents surnuméraires sont ordinairement simultanées à celles des dents normales, et en outre Kollmann n'a pas démontré la formation d'une dent aux dépens des débris du cordon. Nous pensons donc que notre théorie est préférable pour ces raisons à celle de l'anatomiste allemand, d'autant mieux que les dents définitives naissent directement du cordon primitif, comme nous le montrerons plus loin, et non au hasard pour ainsi dire d'un bourgeon quelconque du cordon.

modification qui les transforme en corps étoilés, phénomène qui ne se produit jamais dans ceux du cordon. Ces différences de volume jointes aux circonstances morphologiques nous paraissent suffisantes pour établir dès maintenant une distinction très-nette entre la constitution de la lame et celle des bourgeons qui en émanent. Si nous insistons sur ce point, c'est que les auteurs les plus récents ont créé une confusion entre les deux parties. La différence s'accuse d'ailleurs encore davantage, ainsi que nous le verrons, par les progrès de l'évolution qui amèneront dans le bourgeon une série de phénomènes importants, tandis que les éléments de la lame resteront invariablement de nature exclusivement épidermique.

En continuant son évolution, le bourgeon primitif, qui était d'abord sphérique, devient plutôt cylindrique tout en conservant sa direction horizontale, il s'allonge ensuite notablement suivant la même marche, puis il s'infléchit brusquement pour prendre une direction verticale qui porte son extrémité dans la profondeur de la mâchoire.

Dans cette étendue de son trajet, le bourgeon qui peut prendre justement à ce moment le nom de *cordon primitif* présente une longueur variable suivant les espèces animales et il éprouve en outre certaines inflexions secondaires en rapport avec cette longueur même. Chez l'homme, le cordon reste court; il en est de même chez le chien; mais c'est chez les solipèdes qu'il présente la brièveté la plus grande. Chez le veau et l'agneau particulièrement favorables à ces études, il offre une certaine longueur et il décrit en outre diverses ondulations; toutefois nous ne lui avons jamais reconnu la disposition spiroïde signalée par plusieurs auteurs (1) et qui est si remarquable, ainsi que nous le verrons, pour le *cordon secondaire*, c'est-à-dire celui des dents permanentes.

Ces différences dans la longueur du cordon primitif s'expliquent par les dispositions spéciales des parties suivant, d'une part, les espèces animales dont les mâchoires présentent plus ou moins de hauteur verticale, d'autre part suivant la nature même des dents

(1) Voyez Kollmann, *loc. cit.*, Taf. XIV, Fig. 2, v.

futures. On comprend en effet comment devra être plus étendu le bourgeon d'un follicule de dent permanente, car il doit se prêter au trajet relativement long qu'il doit parcourir pour plonger du point où il naît jusqu'au dessous du follicule temporaire.

Dans le cours de son trajet, le cordon primitif présente en outre quelques particularités dignes d'être notées : Ce sont des phénomènes de bourgeonnements latéraux qui donnent naissance à de petites masses arrondies en forme de varicosités et qui forment comme un chapelet irrégulier (voy. pl. III, fig. 2, F). Ces petites masses sont composées exclusivement de petites cellules polyédriques analogues à celles que renferme le cordon lui-même, et ce sont elles qui, plus tard après la rupture du cordon, deviennent le point de départ de ces prolongements épithéliaux si nombreux sur lesquels nous aurons à revenir. Il est bien entendu que nous ne confondons point ici ces bourgeonnements multiples de la continuité du cordon avec la production si spéciale qui donne naissance au cordon du follicule secondaire, point sur lequel nous reviendrons plus loin.

Après que s'est effectué le changement de direction du cordon qui d'horizontal qu'il était devient vertical, son extrémité renflée en forme de massue prend un plus grand développement, ce qui résulte de la multiplication des cellules polyédriques qu'elle renferme et du revêtement de cellules prismatiques dont le nombre augmente proportionnellement. Cette masse terminale plongée ainsi dans la profondeur du tissu des mâchoires présente assez exactement la forme d'une sphère dont le pôle supérieur répondrait à l'insertion du cordon, tandis que le pôle inférieur libre reste dirigé vers le fond de la mâchoire plus ou moins obliquement vers le côté interne, cette masse représente l'*organe de l'émail*. Peu de temps après, on voit le pôle inférieur se déprimer légèrement par une sorte de refoulement vers le centre, ce qui amène la formation d'une concavité dirigée vers la profondeur. La masse, de sphérique qu'elle était, offre alors la forme d'un capuchon ou de bonnet qui reste toujours suspendu à l'extrémité du cordon (pl. II, fig. 1 et 5, G).

Ce phénomène de refoulement coïncide avec l'apparition d'un

nouvel organe au sein des mâchoires : cet organe est le *bulbe dentaire*. Celui-ci naît en effet au niveau même de ce pôle inférieur. Il apparaît d'abord sous la forme d'un point opaque qui prend rapidement une forme conique dont le sommet s'enfonce ainsi dans la dépression correspondante de l'organe de l'émail. Cette disposition réciproque des deux organes qui se produit dès le début de leur apparition se retrouve dans toutes les phases ultérieures, l'organe de l'émail recouvrant constamment le bulbe dont il suit exactement tous les contours quels que soient la forme de celui-ci, le nombre et la disposition des divisions qu'il peut présenter. Il n'existe d'ailleurs entre les deux organes aucune continuité de tissu à une époque quelconque du développement. La dissection seule, la macération dans les liquides coagulants, de même que l'observation des coupes établissent surabondamment ces particularités. Cette juxtaposition simple à la surface saillante du bulbe s'arrête toutefois au niveau de la base de celui-ci qui reste adhérente au tissu ambiant et l'organe de l'émail se termine sur ce point en se réfléchissant sur lui-même par un bord arrondi (pl. III, fig. 2).

Si nous envisageons maintenant la constitution de l'organe de l'émail, nous voyons que les éléments primitifs, cellules polygonales centrales et couche corticale prismatique, ont éprouvé des modifications notables : on reconnaît en effet que le centre de l'organe est occupé par des éléments d'une forme nouvelle différant essentiellement des cellules du début. Ce sont des corps étoilés composés d'un noyau central entouré d'une masse transparente ou finement granuleuse ramifiée et anastomosée avec les éléments voisins.

Ces corps étoilés n'occupent primitivement que le centre du bourgeon, les parties périphériques conservant leur structure première. Plus tard leur nombre augmente proportionnellement à l'accroissement du volume de l'organe, mais on remarque que toujours les prolongements anastomosés sont d'autant plus longs et plus ramifiés qu'on se rapproche du centre, tandis qu'à la périphérie on éprouve quelque difficulté à distinguer ces prolongements qui sont rudimentaires. Les éléments ainsi configurés sont plon-

gés au sein d'une masse amorphe translucide, coagulable par les acides et ayant la consistance et l'aspect du blanc d'œuf.

La production des corps étoilés au sein de l'organe de l'émail, se fait directement aux dépens des cellules polygonales qui le composent. Elle a lieu de la manière suivante :

Au niveau des lignes d'intersection des petites cellules polygonales primitives, on voit s'interposer une matière amorphe et semi-liquide qui, augmentant peu à peu de quantité, refoule les parois des cellules. Celles-ci perdent dès lors dans une grande partie de leur surface le contact réciproque qu'elles affectaient auparavant, sauf toutefois sur certains points où elles restent adhérentes. Il résulte immédiatement de ce phénomène que le corps de la cellule polygonale primitive éprouve des dépressions multiples s'effectuant de la surface extérieure vers le noyau central et donnant conséquemment à cet élément une forme étoilée.

Dans cette explication, la matière muqueuse de formation nouvelle viendrait s'interposer aux éléments primitifs qu'elle déprime et qu'elle tendrait à isoler s'il ne persistait entre eux des points d'adhérence. Ce sont ces points d'adhérence qui, distendus et allongés par les progrès du développement et l'accumulation de cette matière, arrivent à constituer ces filaments anastomosés qui donnent à l'organe son aspect spécial. Il est remarquable que sur les points de ces cellules polygonales qui restent ainsi en contact dans cette transformation, les lignes d'intersection s'effacent par soudure entière de la substance du corps des cellules, et cela de telle sorte que même par l'emploi des divers réactifs employés pour déceler la segmentation des cellules, on n'arrive à en démontrer aucune trace.

D'après cette théorie, la pulpe étoilée de l'organe de l'émail, dont nous n'avons pas à décrire dans ce mémoire la composition intime, résulterait ainsi d'une simple modification de forme des cellules polygonales primitives avec soudure intime sur certains points de leur périphérie. C'est donc en quelque sorte passivement qu'elles subiraient ce phénomène de dépression sur certains points et d'allongement sur d'autres. L'organe de l'émail doit donc être considéré, malgré la forme étoilée des éléments qui le composent,

comme absolument de nature épithéliale ; toutefois le mécanisme que nous venons de décrire diffère sensiblement de celui qu'ont admis Kölliker (1) et après lui plusieurs anatomistes qui ont prétendu que les cellules primitivement polygonales pouvaient spontanément prendre la forme étoilée. Notre opinion est au contraire conforme à celle de Waldeyer (2), qui le premier a bien examiné et décrit ce phénomène. Déjà bien antérieurement toutefois Huxley (3) avait admis, hypothétiquement il est vrai, que l'organe de l'émail avait une origine épithéliale, mais il n'en avait point indiqué le mécanisme (4).

La métamorphose des éléments polygonaux de l'organe de l'émail commence par le centre et s'étend peu à peu à toute la masse des éléments, de sorte que les cellules étoilées arrivent au voisinage de la couche prismatique. Toutefois on remarque qu'en ce point il reste toujours une légère couche qui ne subit qu'incomplétement la transformation, c'est cette couche qui sera décrite plus tard et que nous désignerons avec Kollmann sous le nom de *stratum intermedium* de l'organe de l'émail.

Quant aux cellules prismatiques que nous avons trouvées identiques de caractères et de dimensions sur tous les points de la périphérie pendant les premiers temps de l'évolution, elles éprouvent des modifications qui surviennent à partir du moment où l'organe de l'émail a pris par suite de l'apparition du bulbe une forme nouvelle.

A ce moment, en effet, les cellules qui tapissent la partie concave de l'organe de l'émail et qui se trouvent en contact avec le

(1) *Histologie humaine*, trad. franç., 1869, p. 497.

(2) *Untersuchungen uber die Entwicklung der Zähne Zeitschr. f. rat. Med.* 1865, Bd. XXIV, P. 169-213.

(3) *Quart. Journal of microscopical sc.* 1854, p. 55-56.

(4) On n'avait pas jusqu'à ce jour admis, en France, la nature épithéliale de l'organe de l'émail dans lequel on avait décrit les éléments comme des corps fibro-plastiques étoilés (Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 60). Il est cependant un argument tiré de la forme même de ces éléments et qu'on peut invoquer pour combattre cette opinion : c'est que les corps d'apparence étoilée sont constitués par une matière qui a une forme telle que les bords des filaments rayonnés sont toujours concaves dans l'organe de l'émail, tandis que dans les éléments fibro-plastiques étoilés le même contour présente alternativement des surfaces planes ou convexes et des concavités.

bulbe éprouvent une augmentation de longueur, tandis que celles qui restent à la portion convexe de l'organe se sont au contraire notablement atrophiées, et cette différence de dimension s'accuse de plus en plus pendant l'existence de l'organe de l'émail au sein du follicule. Nous verrons même plus tard que cette couche externe finit par disparaître bien antérieurement à l'atrophie complète de l'organe, tandis que les autres persistent pour remplir le rôle important qui leur est dévolu, la formation de l'émail. Les cellules prismatiques de la face concave ou profonde de l'organe de l'émail présentent quelques particularités sur lesquelles nous allons appeler l'attention : primitivement identiques avec celles de la couche de Malpighi dont elles dérivent directement, elles acquièrent outre une augmentation de longueur quelques changements dans leur forme; l'extrémité de ces cellules, qui répond à la partie gélatineuse de l'organe, s'amincit et s'effile de manière à se terminer par un cône dont le sommet allongé et aigu se continue ou se soude avec les prolongements de cellules étoilées voisines lesquelles constituent cette portion du tissu connue sous le nom de *stratum intermedium*.

D'autre part, l'extrémité opposée ou périphérique, c'est-à-dire la base des cellules, prend très-régulièrement l'aspect de l'extrémité d'un prisme, de telle sorte que sa surface de section est régulièrement hexagonale.

Si maintenant on examine à un grossissement de 400 diamètres environ une rangée non déformée de ces cellules, on remarque que le bord libre de cette rangée, c'est-à-dire le point qui répond à la base des cellules, se présente sous l'aspect d'une ligne plus claire que le corps même de la cellule et n'offrant en apparence sur les préparations fraîches aucune solution de continuité. Si on fait le même examen sur des préparations durcies ou si l'on pratique quelques manœuvres de dilacération, on arrive à constater que cette ligne peut se subdiviser en autant de sections qu'il y a de cellules. Toutefois il peut se rencontrer des préparations dans lesquelles une portion plus ou moins étendue de cette ligne se détache sous forme d'un petit lambeau libre. C'est cette disposition purement artificielle, comme on voit, qui pourrait donner lieu, ainsi

que nous le verrons plus tard, à l'hypothèse d'une membrane tapissant intérieurement la couche des cellules. Nous verrons d'ailleurs, en décrivant avec détails ces particularités, que cet aspect n'est pas spécial et exclusif aux cellules de l'organe de l'émail, car on le retrouve partout où il existe des cellules prismatiques pourvues de ce qu'on appelle un *plateau*. Les cellules prismatiques de l'intestin sont, comme on sait, dans ce cas ; or, il arrive que suivant le mode de traitement des préparations ce plateau peut rester adhérent isolément à chaque cellule, ou bien se souder à ses voisins de manière à se détacher sous l'aspect d'un véritable lambeau membraniforme.

Quant au noyau des cellules prismatiques de l'organe de l'émail, son siége varie suivant l'époque du développement. Situé au milieu de la cellule lorsque l'organe de l'émail apparaît, on le voit se rapprocher de plus en plus de son extrémité effilée, non point parce qu'il s'est fait une migration, car il ne change pas de place en réalité, mais parce que l'extrémité de la cellule élargie se développant avec une grande énergie, il semble s'être rapproché du côté opposé. Cette différence de développement des deux extrémités des cellules prismatiques est surtout remarquable sur les incisives des rongeurs chez lesquels ces éléments acquièrent une grande longueur.

§ 3. — Origine et formation du bulbe dentaire et de la paroi folliculaire.

Ainsi que nous l'avons vu tout à l'heure, l'organe de l'émail ne tarde pas à perdre la forme sphérique pour prendre l'aspect d'un capuchon ou d'un bonnet. La dépression qu'il subit coïncide avec l'apparition d'une nouvelle partie composante du follicule. Cette partie est le *bulbe dentaire*.

Sur le point du tissu embryonnaire des mâchoires qui correspond à la dépression de l'organe de l'émail on voit apparaître une légère opacité. Cette opacité est due à la production d'éléments nouveaux qui se groupent de manière à former d'abord un petit mamelon arrondi de forme hémisphérique et dont la convexité répond exactement à la dépression de l'organe de l'émail. Ce petit

mamelon qui représente le bulbe dentaire ne conserve cette forme que pendant un temps fort court et bientôt il accuse nettement par sa disposition la configuration de la dent future : ainsi pour les incisives et les canines il prend une forme conique ; pour les molaires chez l'homme et les carnassiers, le mamelon primitif se recouvre bientôt de saillies secondaires en nombre égal aux tubercules de la couronne future. Pour les molaires composées des herbivores et des rongeurs, le mamelon primitif envoie des prolongements qui représentent les divisions de la couronne. Une disposition analogue se retrouve pour les incisives à cornet des solipèdes. Dans toutes ces circonstances, l'organe de l'émail, se laissant pour ainsi dire déprimer par les saillies simples ou multiples du bulbe, reste constamment moulé à la surface de celui-ci.

Si le bulbe dentaire accuse, comme nous venons de le voir, peu de temps après son début la forme de la dent future, il n'en est pas de même de sa direction qui est souvent un peu oblique relativement à l'axe du follicule.

Dans tous les cas, le bulbe, en même temps qu'il se développe en hauteur, éprouve un certain rétrécissement à sa base en forme de collet, là où se réfléchit, comme nous l'avons vu, l'organe de l'émail.

Le point opaque qui représente la première ébauche du bulbe dentaire se compose uniquement d'éléments embryonnaires nucléaires au début, puis de corps fusiformes et étoilés. On remarque aussi qu'à ce moment il pénètre dans la masse une anse vasculaire semblable à celles qu'on trouve dans les papilles de la peau ; nous n'y avons pas rencontré des nerfs à cette époque de l'évolution, ceux-ci apparaissent lorsque le bulbe a pris sa forme mamelonnée.

La constitution anatomique que nous venons de reconnaître au bulbe à son début reste invariable dans tous le cours du développement. Il est toutefois une particularité de sa structure sur laquelle nous devons insister ici, c'est la nature de la superficie de l'organe :

Si l'on étudie en effet la structure du bulbe sur une coupe ver-

ticale, on reconnaît qu'à la limite de l'organe il existe une petite zone claire qui se distingue aisément par sa réfringence du tissu sous-jacent. Cette zone, à laquelle divers anatomistes ont fait jouer un rôle important, n'est autre chose qu'une mince couche de la matière amorphe bulhaire qui sur ce point reste dépourvue d'éléments anatomiques et de granulations. Cette couche de matière amorphe, outre sa transparence, présente une densité un peu plus grande que celle du tissu sous-jacent, de sorte que, dans les manœuvres de dilacération de l'organe, elle se détache parfois sous l'aspect de lambeaux assez nets qui ont pu faire supposer à quelques anatomistes que le bulbe était revêtu d'une membrane isolable (*membrana præformativa* de Raschkow). Nous dirons dans un autre travail quels sont le rôle et la nature de cette couche amorphe, mais nous pouvons déjà avancer que c'est dans ce milieu qu'apparaissent les cellules de l'ivoire.

Dès que la petite masse d'éléments nouveaux qui constitue le bulbe dentaire a pris la forme hémisphérique que nous avons signalée, on voit se détacher de sa base deux prolongements opaques qui paraissent émaner directement du tissu même de ce bulbe et qui se dirigent en divergeant sur les côtes. Ces petits prolongements représentent la première trace de la paroi du follicule futur (pl. III, fig. 2, I).

Si à ce moment, on étudie la constitution de ces deux prolongements, on les trouve exactement composés des mêmes éléments que le bulbe dont ils émanent. Puis, à mesure que celui-ci se développe, les deux prolongements s'allongent, se recourbent l'un vers l'autre de manière à embrasser dans leur double concavité non-seulement le bulbe, mais aussi l'organe de l'émail qui lui reste, comme on sait, constamment superposé. De cette manière, la paroi folliculaire, qui n'est d'abord qu'une sorte de collerette fixée au collet du bulbe, arrive peu à peu à constituer un sac qui enferme et isole finalement la totalité des deux organes de l'émail et de l'ivoire. A ce moment, la paroi folliculaire peut être considérée comme une sorte de manchon renflé au centre, dont l'ouverture profonde répond à la base ou collet du bulbe autour duquel il reste inséré, tandis que l'ouverture opposée ré-

pond au col de l'organe de l'émail, c'est-à-dire au point où celui-ci est adhérent au cordon épithélial. Enfin ce cordon, sur le point qui correspond à l'orifice du sac folliculaire, éprouve une interruption par suite de la résorption de ses éléments constitutifs, interruption due sans doute à la compression ou à l'étranglement qu'il subit, et la paroi du follicule se clôt en ce point même. L'organe de l'émail perd ainsi les connexions qu'il avait conservées jusqu'alors avec la lame épithéliale, et le follicule dentaire se trouve définitivement constitué.

Cette paroi composée au début, ainsi que nous l'avons vu, d'éléments embryoplastiques, prend peu à peu l'aspect d'une membrane lamineuse distincte et séparable des tissus adjacents, sauf toujours à la base du bulbe, où elle reste fixée.

Kölliker et la plupart des auteurs décrivent à cette paroi deux lames concentriques et admettent encore avec Huxley que la couche transparente qui revêt le bulbe (*membrana præformativa* de Raschkow) se réfléchit à sa face interne et la tapisse dans toute son étendue. Nous réservons pour un prochain travail l'étude de ces différentes particularités de structure.

Au moment du développement auquel nous sommes arrivés dans notre description, le follicule est achevé et clos. Si alors nous en examinons la constitution générale, nous le trouvons composé de dehors en dedans (pl. IV, fig. 1) :

1° De la *paroi folliculaire* qui le tapisse dans toute sa surface, sauf toujours la base du bulbe qui reste libre (J) ;

2° De l'*organe de l'émail* sous-jacent à la paroi folliculaire qu'il suit dans toute son étendue, de telle sorte que si par sa face externe il répond à cette paroi, il est par sa face profonde en contact immédiat avec le bulbe (G) ;

3° Enfin du *bulbe* lui-même qui occupe le fond et le centre du sac folliculaire (H).

En dehors de ces trois parties fondamentales, aucune autre substance ne trouve place dans la constitution du follicule. L'organe de l'émail remplit en effet exactement tout l'intervalle compris entre la paroi et le bulbe, et il descend sur les côtés de celui-ci, jusqu'au cul-de-sac qui résulte en ce point de la réflexion de la

paroi. En ce dernier lieu, l'organe de l'émail forme un bourrelet arrondi au niveau duquel a lieu cette délimitation entre les cellules prismatiques de la face concave de l'organe et celles de sa face convexe. Cette délimitation n'est d'ailleurs pas artificielle ; elle résulte d'une part de différences anatomiques, et d'autre part du rôle physiologique auquel sont appelées les cellules de la face profonde, tandis que la couche externe s'atrophie rapidement et disparaît. C'est cette couche prismatique profonde qui constitue, ainsi que nous le verrons, la rangée des cellules de l'émail (membrane adamantine), aussi persiste-t-elle très-longtemps dans la composition du follicule, non-seulement après la disparition de la couche externe, mais même après l'atrophie de la partie gélatineuse de l'organe de l'émail. Ajoutons de suite que chez les rongeurs, dont les incisives croissent, comme on sait d'une manière continue, cette couche de cellules persiste pendant toute la vie sur une partie de la face antérieure ou convexe de ces dents.

Cette constitution du follicule composé de trois parties fondamentales paraît être propre au follicule de l'homme, des carnivores et en général de tous les mammifères dont les dents sont dépourvues de cément coronaire ; mais si l'on vient à observer un follicule chez un embryon de solipède, on constate que, même longtemps avant la formation du premier chapeau de dentine, il existe entre la paroi et les organes sous-jacents un nouveau tissu bien distinct des parties voisines par sa couleur, sa consistance et sa composition intime ; c'est cet organe auquel sera dévolu ultérieurement le rôle de la formation du *cément.* Nous n'avons pas à le décrire ici, car il n'apparaît chez certaines espèces animales qu'après l'achèvement de la formation du follicule ; nous l'étudierons ailleurs avec détails. Ce que nous voulons simplement établir dès à présent c'est son existence incontestable dans les follicules des dents à cément coronaire (1); ce fait est tellement précis

(1) Cet *organe du cément* que l'on trouvera constamment dans le follicule des molaires des herbivores, dans celui des incisives et des molaires des solipèdes, a été décrit, pour la première fois, en France (Voyez E. Magitot, *Du développement et de la structure des dents.* Thèse inaugurale, 1858, p. 80). Il a été de nouveau étudié quelques années plus tard (Robin et Magitot, *loc. cit.,* 1861, p. 145 et suiv.). Depuis

que dans le simple examen d'un follicule on peut par la constatation de la présence ou de l'absence de cet organe, conclure que la dent future présentera ou ne présentera pas de cément coronaire.

Le follicule dentaire dont toutes les parties composantes sont ainsi groupées et réunies dans un même sac a une forme générale ovoïde. Son volume, très-variable suivant les espèces animales et la nature des dents auxquelles il correspond, ne saurait être déterminé d'une manière exacte. Une fois achevé, il reste inclus au sein du tissu embryonnaire des mâchoires avec lequel il conserve une certaine continuité, du moins au début. Isolé ainsi au fond des mâchoires il a perdu, par la rupture du cordon, sa communication avec la muqueuse, et il n'en présente pas encore avec l'os maxillaire, car la formation des cloisons alvéolaires ne s'effectue que plus tard.

Le réseau vasculaire qui se ramifie dans le follicule provient de diverses sources et pénètre du tissu ambiant dans le bulbe dentaire et dans la paroi, tandis que l'organe de l'émail est, comme on sait, dépourvu de vaisseaux.

La direction du follicule, c'est-à-dire le grand axe de l'ovoïde qu'il représente, est assez variable : régulièrement vertical chez l'homme et les carnivores, il présente chez les herbivores une certaine obliquité principalement marquée pour les follicules des incisives. Ceux-ci ont en effet une direction oblique et divergente comme en éventail, ce qui est d'ailleurs tout à fait conforme à l'inclinaison même de l'arcade alvéolaire (pl. II, fig. 5, et pl. III, fig. 4). On peut d'ailleurs dire que, d'une manière générale, l'axe du follicule est déterminé par l'axe du bulbe, et qu'il est rigoureusement identique avec celui du bord alvéolaire pour chaque espèce en particulier. Quant à son siége au sein des mâchoires, il diffère également suivant les espèces : assez

lors, son existence paraît n'avoir été reconnue par aucun anatomiste ; bien plus, dans les derniers travaux publiés en Allemagne par Kölliker, Waldeyer, Hertz, Kollmann, etc., sa présence a été formellement niée. Notre surprise est grande de voir contestée ainsi presque systématiquement un fait anatomique si évident, et il nous sera facile d'établir, une fois de plus, la réalité de cette découverte. C'est ce que nous ferons dans notre second Mémoire.

rapproché de la muqueuse chez l'homme, les carnivores et les solipèdes chez lesquels le cordon épithélial est conséquemment assez court, il est situé plus profondément chez les herbivores (agneau, veau), et le cordon dans ce cas acquiert une longueur proportionnelle.

§ 4. — Phénomènes consécutifs à la formation du follicule et à la rupture du cordon épithélial.

Aussitôt que le follicule dentaire se trouve clos et isolé après la rupture du cordon épithélial, divers phénomènes se produisent au dehors de cet organe au sein du tissu embryonnaire ambiant, dans la région comprise entre le sommet du follicule et la couche épithéliale de la gencive. Ces phénomènes ont pour siéges principaux la lame épithéliale et le cordon lui-même.

En effet, la lame épithéliale, une fois privée de sa continuité avec le follicule, devient le siége d'une véritable multiplication des éléments qui la composent. Cette multiplication amène la production de bourgeons irréguliers, se dirigeant dans différents sens au sein du tissu embryonnaire. Ces bourgeonnements ont les formes les plus diverses : tantôt ce sont de simples cylindres restant unis par un pédicule plus ou moins étroit à la lame primitive ; tantôt ce pédicule se résorbe et une masse épithéliale se trouve ainsi isolée (pl. IV, fig. 2, E).

Ces masses sont formées uniquement de grandes cellules polygonales semblables à celles qui se trouvent au centre de la lame épithéliale, mais elles n'ont jamais, comme cette dernière, une enveloppe de cellules prismatiques. Très-fréquemment, en outre, des groupes de ces éléments affectent la forme de globes épidermiques en tous points semblables à ceux qu'on rencontre parfois au sein de la lame épithéliale elle-même (pl. IV, fig. 3, F). Ce sont ces diverses dispositions qui rendent compte de la présence de ces masses épithéliales de forme si variées et jusqu'ici inexpliquées qu'on rencontre dans presque toutes les coupes pratiquées sur les mâchoires à cette époque de l'évolution.

Ces phénomènes de bourgeonnements s'arrêtent à un certain

moment qui paraît toujours antérieur à l'époque d'apparition de l'ivoire dans le follicule, et alors tous les débris et la lame elle-même éprouvent une résorption graduelle qui amène leur disparition complète avant le développement complet de la dent.

En même temps que les phénomènes que nous venons d'indiquer se sont effectués aux dépens de la lame épithéliale, le cordon subit de son côté une série de modifications absolument analogues; des débris de ce cordon partent dans divers sens des prolongements ou bourgeonnements parfois très-nombreux, comme nous l'avons constaté par exemple dans certaines préparations d'embryons de veau. La persistance de ces phénomènes est assez grande, puisqu'on peut les observer jusqu'à une époque voisine de l'éruption. La forme générale de ces bourgeonnements peut varier : tantôt ils apparaissent sous l'aspect d'une sorte de bouquet dont le pied répond au sommet des follicules et dont la masse s'étale et s'épanouit en s'élargissant jusqu'au voisinage de l'épiderme (pl. IV, fig. 1, K). D'autres fois, ils forment par une foule d'anastomoses réciproques un véritable réseau (pl. IV, fig. 3, E,E), au milieu duquel on retrouve encore quelques masses qui restent isolées.

L'ensemble de ces bourgeonnements épithéliaux, diversement groupés ou anastomosés, ne suit pas nécessairement la direction de la lame ou du cordon, et ordinairement on les voit se diriger manifestement vers la surface tégumentaire.

Tous ces débris sont invariablement formés de petites cellules polyédriques juxtaposées et tout à fait semblables à celles du cordon, avec cette particularité déjà signalée pour les débris de la lame, qu'on n'y retrouve point le revêtement de cellules prismatiques qui tapissait le cordon lui-même.

Les bourgeons du cordon ont un diamètre variable : quelques-uns sont extrêmement minces et se composent d'une rangée unique de cellules ; d'autres affectent la forme d'un renflement contenant plusieurs couches superposées de ces éléments, mais jamais on n'y rencontre les grandes cellules et les globes épidermiques dont nous avons reconnu la présence dans les débris de la lame.

De même que les débris de la lame épithéliale, ceux du cordon,

après avoir éprouvé ces multiplications, se résorbent graduellement, puis disparaissent vers l'époque qui correspond, ainsi que nous l'avons dit, à la période de percement de la dent du fond de la gouttière vers l'extérieur, c'est-à-dire à l'éruption.

Pendant que les phénomènes de bourgeonnement s'effectuent aux dépens des débris du cordon, on remarque que des dispositions analogues se sont produites à la surface extérieure de la paroi folliculaire : ces deux séries de phénomènes sont d'ailleurs simultanées (1).

En effet, si l'on pratique une coupe verticale de la région comprise entre le sommet d'un follicule et la surface épidermique extérieure peu de temps après la rupture du cordon, on reconnaît que les débris de ce cordon même se continuent et se confondent avec des bourgeons qui sont adhérents à la paroi; ceux-ci ont les formes les plus variées : ce sont le plus ordinairement des renflements ou cylindres plus ou moins longs, terminés par une extrémité arrondie, quelquefois pourvus d'une sorte de pédicule et occupant sur la paroi du follicule une région qui correspond à peu près à la moitié de la surface tournée vers la muqueuse. C'est au point le plus élevé du sommet du follicule qu'ils sont le plus abondants, et leur nombre diminue ordinairement peu à peu sur les côtés. Ces bourgeons s'anastomosent transversalement, soit entre eux, soit avec ceux qui dépendent du cordon, et cela de telle sorte que si l'on examine non plus une coupe verticale, mais la surface même du follicule, on aperçoit une sorte de réseau à mailles très-irrégulières et qui se superposent à la façon d'un filet à la paroi folliculaire (pl. IV, fig. 3, *b*).

La constitution anatomique de ces bourgeons de la paroi ne diffère en rien de ce que nous avons indiqué pour les débris du cordon. Ce sont les mêmes cellules polyédriques de petite dimension sans enveloppe de cellules prismatiques. Cette identité de structure résulte de ce que ces masses épithéliales de la paroi représentent la continuation des débris du cordon qui sont les

(1) Tout cet ensemble de faits a été, pour la première fois, décrit en France (Robin et Magitot, *loc. cit.*, 1860, p. 74).

plus voisins du follicule et qui se propagent ainsi de proche en proche pour constituer à la paroi ce revêtement réticulé (1).

Cet ensemble de phénomènes de prolifération épithéliale répond donc à un seul et même processus. La lame épithéliale en est le siége primitif, puis les bourgeons se répandent de là dans le cordon et enfin jusqu'à la surface de la paroi folliculaire. Il y a continuité directe entre eux; ils offrent la même constitution anatomique et tous finissent par se résorber entièrement et disparaître.

Nous avons indiqué plus haut l'époque à laquelle débutent les phénomènes de bourgeonnement. C'est au moment où le cordon épithélial a achevé son trajet et porté l'organe de l'émail au point où il effectuera son évolution ultérieure, peu de temps après la formation du bourgeon du follicule définitif. Quant à leur disparition, elle correspond à une période variable suivant les espèces animales. Dans l'embryon humain, on retrouve les débris du cordon des follicules primitifs jusqu'au delà de l'époque de formation des follicules permanents, et c'est vraisemblablement pendant le mouvement d'éruption que les bourgeons s'atrophient; il en est à peu près de même chez le chien. Sur des embryons de veau et d'agneau, il nous a semblé que cette disparition était notablement plus précoce, mais nous croyons pouvoir dire d'une manière générale que c'est vers l'époque de l'éruption qu'elle est complète.

La signification physiologique de ces phénomènes nous paraît difficile à déterminer. Nous n'avons pas d'opinion personnelle à émettre à cet égard, toutefois nous dirons qu'en raison de leur mode d'évolution et de leur structure on ne saurait leur attribuer un rôle quelconque de nature glandulaire, ainsi qu'on l'a supposé (2).

(1) Il n'est pas inutile de faire remarquer à cette occasion que la multiplication des cellules polyédriques s'effectue dans tous les bourgeons divers en dehors de toute intervention de cellules prismatiques, contrairement à ce qu'on observe pour les cellules de la couche profonde de l'épiderme, qui toutes passent, comme on sait, par l'état de cellules prismatiques.

(2) On sait, en effet, que Serres avait décrit dans l'épaisseur de la muqueuse des mâchoires des glandes spéciales, *glandes tartariques*, idée à laquelle s'étaient rattachés Kölliker, Todd, Bowmann, etc. Cette opinion est inadmissible en raison de la

Pendant que toutes ces modifications s'effectuent aux dépens des débris épithéliaux du cordon et de la lame, le tissu embryonnaire dans lequel sont plongés les follicules change aussi de nature, et l'on y rencontre des éléments lamineux formant un réseau lâche et transparent.

Le tissu osseux du maxillaire, dont on n'apercevait aucune trace à l'époque de la naissance du cordon primitif, se produit en premier lieu vers la base du follicule où il représente bientôt la forme d'une bande ou cordon continu qui a pour rôle immédiat de séparer par une cloison horizontale la gouttière des follicules du canal réservé aux vaisseaux et au nerf dentaires. De cette bande primitive se détachent ensuite latéralement des prolongements qui s'élèvent sur les parois des mâchoires et complètent la gouttière folliculaire qui reste longtemps unique, c'est-à-dire sans subdivisions alvéolaires. Ce n'est que plus tard, après le début du développement de la couronne, que les cloisons secondaires se détachent et constituent à chaque follicule une loge qui n'est ouverte que vers la muqueuse.

Le réseau vasculaire du tissu qui entoure le follicule est extrêmement riche, et les anses arrivent jusqu'au contact de la paroi dans l'épaisseur de laquelle elles se ramifient jusqu'à la limite de l'organe de l'émail.

Quant au bulbe, sa vascularisation est entièrement distincte, sans anastomose avec le réseau précédent. Nous aurons du reste l'occasion de revenir ultérieurement sur ces particularités quand nous traiterons de la morphologie et de la structure du follicule.

§ 5. — Lieu et mode d'origine du follicule des dents permanentes.

Le problème de l'origine des follicules des dents permanentes est un de ceux qui ont particulièrement attiré l'attention des derniers auteurs qui ont étudié l'évolution des dents. C'est aussi l'un de ceux que nous avons poursuivis avec le plus de soin et de

nature anatomique de ses masses épithéliales, et, en outre, parce que la production du tartre répond à un tout autre phénomène.

patience, et nous pouvons dire que nous avons réussi à le déterminer avec la plus grande rigueur.

Depuis les travaux de Goodsir, la plupart des anatomistes avaient admis, sans examen et sans contrôle, que le follicule des dents secondaires naissait d'un repli du sac qui représentait le follicule primitif. Cette explication n'est pas plus conforme aux faits que la théorie de la formation du sac des dents temporaires par un renversement de la muqueuse. Nous avons déjà exprimé notre opinion sur cette hypothèse et nous y reviendrons en terminant ce travail. La théorie de Goodsir restera donc aussi erronée pour ce qui regarde les dents permanentes que pour les dents temporaires.

Nous devons dire toutefois que Kölliker et Waldeyer se sont approchés de la vérité en indiquant et en figurant certains prolongements du cordon primitif destiné à devenir le cordon secondaire; mais dans le plus récent des travaux publiés en Allemagne, celui de Kollmann, l'interprétation précédente n'est pas adoptée (1), et cet anatomiste fait provenir le cordon des dents permanentes des débris du cordon primitif qui, après sa rupture, produit ces divers bourgeonnements ou masses épithéliales que nous avons décrits plus haut. C'est de l'un de ces débris que partirait le cordon destiné à représenter l'organe de l'émail de la dent future. C'est encore de cette manière que, d'après Kollmann, s'expliquerait, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, la production des dents surnuméraires. Cette nouvelle théorie est également erronée, et si l'auteur allemand s'est laissé séduire par quelques apparences de nature à donner créance à son opinion, c'est qu'il a négligé de suivre rigoureusement dans leurs phases physiologiques successives les phénomènes de cette évolution spéciale.

Du reste, le mode d'origine des follicules des dents permanentes est un phénomène complexe, en ce sens qu'il n'est pas identique pour toutes les dents de la seconde dentition. Il est tout différent suivant que telle dent permanente a été précédée d'un follicule temporaire correspondant, ou que telle autre est

(1) Kollman, *loc. cit.*, p. 162 et suiv.

apparue au sein des mâchoires en l'absence de toute dent temporaire préalable. Il y a donc là une première distinction importante à établir, et tandis que, chez l'homme, vingt dents permanentes correspondant aux vingt dents de première dentition se forment d'une façon identique, les douze autres, qui sont les molaires de l'adulte, apparaissent par un mode différent de genèse.

C'est sur un nombre considérable d'embryons de mammifères répondant à une série de phases successives du développement, qu'il nous a été possible de fixer les faits que nous allons établir :

Si l'on étudie, par exemple, des coupes pour l'examen microscopique pratiquées sur des mâchoires d'embryons humains mesurant 20 centimètres du vertex aux talons, on constate qu'il existe constamment au niveau du point de jonction du cordon primitif avec l'organe de l'émail de la dent temporaire, un *bourgeon* en forme de cylindre plus ou moins renflé à son extrémité, ce qui lui donne l'aspect d'une petite massue (pl. V, fig. 1, K). Un faible grossissement de 100 à 200 diamètres permet de le voir très-nettement. Ce bourgeon se dirige plus ou moins verticalement vers la partie profonde des mâchoires entre la paroi osseuse alvéolaire et le follicule primitif sur la face interne ou buccale de celui-ci. Il est constitué des mêmes éléments que le cordon primitif dont il n'est en réalité qu'un véritable diverticulum : ce sont les mêmes cellules polygonales recouvertes d'une couche unique de cellules prismatiques. C'est ce bourgeon qui représente la première ébauche des dents permanentes : chacun des vingt follicules de la première dentition présente en effet à la même époque un mode de genèse identique, et c'est de la sorte à un fait physiologique uniforme que les dents de la première dentition doivent leur remplacement par un nombre égal de dents de la seconde dentition.

Aussitôt que ce bourgeon a pris un certain développement, on peut suivre aisément les phénomènes ultérieurs dont il est le siége. On le voit s'enfoncer profondément au fond de la gouttière dentaire, puis il s'isole des follicules primitifs sur le point même qui a été primitivement siége de sa naissance. De la sorte, le follicule primitif devient indépendant de toute connexion de voisinage et continue ainsi son évolution individuelle

tandis que le bourgeon secondaire reste adhérent au cordon primitif et par lui à la lame épithéliale et à la muqueuse. C'est ce dernier état observé sans tenir compte des phases antérieures et des phases ultérieures du développement, qui a pu faire croire que le cordon des dents permanentes naissait des débris du cordon primitif ou directement de la lame épithéliale (pl. V, fig. 2, K).

La descente du bourgeon secondaire est bientôt suivie de toute la série des phénomènes communs à toute évolution folliculaire, c'est-à-dire la naissance d'un *bulbe*, sur le point culminant de la masse qui termine le bourgeon devenu organe de l'émail ; sa dépression pour loger l'organe nouveau, l'apparition de la paroi folliculaire qui s'élève sur les côtés pour atteindre le col du nouvel organe de l'émail et constituer par sa soudure le follicule secondaire, etc. (Pl. V. fig. 3, L).

Pendant le temps que mettent à s'accomplir ces phases de développement, on voit survenir certaines modifications dans les régions qui avoisinent le follicule primitif : Au niveau du point où s'est effectuée la rupture du cordon secondaire, et l'isolement du follicule primitif, le tronçon du cordon qui reste adhérent à ce dernier devient le siége de ces fragmentations avec bourgeonnements et multiplication des débris sur lesquels nous avons longuement insisté dans le paragraphe précédent. L'époque qui correspond au début de ces phénomènes est celle où l'embryon humain mesure 23 centimètres.

Chez les embryons d'autres mammifères, ces faits qui ont toujours pour point de départ le moment de la rupture du cordon, nous ont paru se produire un peu plus tôt relativement à la durée de la gestation. Il en est ainsi chez le cheval et le veau. En outre, chez les animaux, le bourgeon secondaire naît sur un point un peu plus éloigné du follicule primitif, c'est-à-dire dans le parcours du cordon de la lame épithéliale au sommet de celui-ci; le mouton est également dans ce cas. Quelques différences s'observent aussi relativement à la direction de ce cordon secondaire dans les différentes espèces : ainsi, tandis que chez l'homme nous lui avons reconnu une direction verticale, chez les herbivores il affecte une direction très-oblique, de telle sorte que porté du côté externe,

non loin de la lame épithéliale avec laquelle il reste en connexion, il passe au-dessus du follicule temporaire suivant une ligne courbe qui le conduit au côté interne de ce dernier. On peut voir nettement cette disposition sur les coupes de mâchoires de veau, de mouton et de cheval dans la région incisive.

L'origine et la direction de ce cordon secondaire n'entraînent pas un rapport absolu avec sa longueur, car chez l'homme où sa direction est verticale il est plus long que chez le cheval où il est curviligne. D'une manière générale, sa dimension est subordonnée à la hauteur même du bord alvéolaire et à la direction du follicule primitif. Chez l'homme, chez les carnivores, cette hauteur est relativement plus considérable et de plus l'obliquité si grande qu'affectent les follicules primitifs des incisives des herbivores permet au bourgeon secondaire de franchir directement l'arc maxillaire pour se placer après un trajet fort court au côté interne du follicule primitif où il effectue son évolution complète.

Dans sa progression au sein des mâchoires, le cordon du follicule secondaire offre une forme spéciale : il est constamment disposé en spirale (pl. V, fig. 3, I et fig. 4, K), et son aspect rappelle parfaitement celui des glandes sudoripares dans leur trajet épidermique. Cette physionomie particulière est tellement accusée pour le cordon des dents permanentes qu'elle devient un caractère propre à le distinguer du cordon temporaire, lequel peut décrire quelques sinuosités, mais n'est jamais si franchement spiroïde; cette différence a d'ailleurs pour explication la nécessité, pour le cordon secondaire, de parcourir un trajet plus long dans un maxillaire plus développé et de conduire le follicule futur jusqu'au-dessous du follicule temporaire.

Les flexuosités spiroïdes du cordon secondaire sont surtout très-marquées au voisinage de son point d'origine et dans la première moitié de son trajet; puis, quand on se rapproche de son extrémité, elles diminuent et disparaissent enfin complétement pour faire place à un petit renflement arrondi en forme de massue, qui rappelle exactement la disposition que nous avons décrite à l'extrémité du cordon primitif : ce renflement représente l'*organe de l'émail* de la dent permanente.

Lorsque la série des phénomènes évolutifs amène le follicule nouveau au moment où, chez l'homme par exemple, le bulbe est apparu *unicuspidé* pour les incisives et canines, *multicuspidé* pour les molaires, certaines particularités se produisent au sein du cordon épithélial : celui-ci, dont la séparation avec le follicule primitif est déjà effectuée depuis quelque temps, se rompt à son tour sur un point de son trajet et au milieu des flexuosités ou spires qu'il présente. C'est alors que le follicule secondaire ainsi que le primitif se trouvent isolés de toute connexion pendant toutes les phases ultérieures de leur évolution. Cette rupture est bientôt suivie de nouvelles subdivisions dans la substance même du cordon qui semble se désagréger en fragments de volumes variés. Ces fragments s'allongent et bourgeonnent dans divers sens, de telle sorte que ces prolongements épithéliaux se mêlent et se confondent avec ceux du cordon primitif, s'anastomosent avec eux et arrivent à former dans cette région une sorte de réseau à mailles parfois très-serrées et qui se prolonge jusqu'au contact de la paroi folliculaire avec les bourgeonnements qui la recouvrent. Enfin toutes les masses épithéliales, après avoir ainsi proliféré et végété, s'atrophient et disparaissent.

Tel est le mode de genèse des follicules des dents permanentes précédées de dents temporaires correspondantes ; vingt dents sont dans ce cas; mais s'il s'agit de celles qui naissent d'emblée en arrière de la série des dents caduques, le mode d'origine n'est plus le même : en effet, la première molaire permanente, dont on voit déjà le follicule assez développé pendant la vie fœtale, naît d'un cordon épithélial qui prend son origine directement à la lame épithéliale ; ce cordon pénètre au sein du tissu embryonnaire, dans une région où il ne rencontre aucun follicule antérieur (pl. VI, fig. 2, E).

Pour la seconde molaire, le phénomène revient au mécanisme des dents de la première série, car c'est par un diverticulum du cordon de la première molaire que se produit le follicule de la seconde. Ces deux dents sont donc en quelque sorte l'une à l'autre comme une dent caduque à une permanente ; seulement comme la seconde se loge en arrière et non au-dessous de la pre-

mière, le cordon épithélial ne prend pas la direction descendante ou verticale, mais se porte d'abord horizontalement pendant un certain trajet pour s'infléchir au delà du follicule, et se placer au bout de la rangée (pl. VI, fig. 3, K). Quant à la dernière molaire ou dent de sagesse, sa naissance s'effectue par un mécanisme analogue à celui que nous venons d'étudier ; c'est-à-dire que le cordon épithélial qui donne naissance à l'organe de l'émail est une émanation du cordon de la seconde molaire. Toutefois, nous devons dire que la constatation de cette origine a rencontré beaucoup de difficultés en raison du siége où elle a lieu et de la nécessité de soumettre des mâchoires d'un grand volume et d'une dureté considérable à des réactions nombreuses qui altèrent les tissus. Cependant il nous a été permis, dans plusieurs préparations, de constater d'une façon à peu près certaine la naissance du cordon de la dent de sagesse sur le point que nous indiquons.

Il suit de là que chacune des deux dernières molaires dérive directement de celle qui la précède, tandis que la première naissant, comme on l'a vu, de la lame épithéliale, reste par son cordon le point de départ des dernières générations de follicules.

Quoi qu'il en soit, en dehors des conditions variables de la genèse des follicules, l'ensemble des phénomènes ultérieurs de l'évolution sont identiques, à quelque dentition qu'ils appartiennent ; toutefois cette identité ne se retrouve pas au point de vue de l'ordre dans lequel évoluent les follicules et de la durée des phénomènes physiologiques : ainsi, tandis que la série des follicules de la première dentition se développe dans le temps compris entre le premier tiers de la vie fœtale et la fin de la troisième année, la plupart des follicules de la seconde dentition comprennent dans leur développement un temps bien plus considérable ; exemple, le follicule de la première molaire qui, bien qu'il apparaisse à la quinzième semaine de la vie fœtale, c'est-à-dire peu après les follicules temporaires, n'achève son évolution qu'à la sixième année. Les phénomènes de l'évolution folliculaire, tout identiques qu'ils soient, mettent donc à accomplir un temps variable suivant la nature, le rôle et le caractère caduc ou permanent des dents futures.

§ 6. — Chronologie du follicule dentaire ou époques d'apparition de ses diverses parties composantes.

Dans le cours de nos recherches sur le mode de formation du follicule dentaire des mammifères, nous avons été constamment préoccupés d'une question importante, celle qui est relative à la fixation des époques auxquelles apparaissent les divers organes qui concourent à la constitution de cet organe.

Cette étude devait nécessiter l'emploi d'un grand nombre d'embryons tant de l'homme que des principaux mammifères domestiques sur lesquels portaient nos observations. Un autre point du problème consistait à déterminer exactement l'âge de ces embryons eux-mêmes, ce qui, en l'absence de renseignements sur l'époque exacte de la conception, ne pouvait être résolu le plus souvent que par leur mensuration. Or, les dimensions qui correspondent, il est vrai, pour l'homme, d'après les documents recueillis par les auteurs, à des âges bien déterminés, n'ont pas été jusqu'à ce jour, en ce qui concerne les divers mammifères, aussi exactement rapportées aux phases successives de la vie embryonnaire. Il résulte de là que si, pour l'espèce humaine, nous sommes en mesure de donner les âges exacts de la vie embryonnaire correspondant à tel ou tel état de l'évolution folliculaire (1), il n'en pourra être de même pour d'autres espèces de mammifères au sujet desquels les tables chronologiques manquent de rigueur suffisante (2).

En ce qui concerne l'homme, chez lequel cette étude offre le plus d'intérêt et le plus grand nombre d'applications, nous avons pu recueillir un grand nombre d'observations sur une série d'embryons depuis l'époque où ils mesurent 3 centimètres de longueur totale, ce qui correspond à la septième semaine, jusqu'au moment où il atteint 37 centimètres, c'est-à-dire six mois et demi. Cette

(1) Voyez la table de l'âge de l'embryon humain d'après sa dimension prise du vertex au talon, in *Dictionnaire de médecine* de Littré et Robin, 13[e] édition, 1872, art. FŒTUS, p. 616.

(2) Voyez Colin, *Physiologie comparée*. 1873, 2[e] édition, t. II, p. 858 et suiv.

première série nous a permis de fixer toutes les périodes d'évolution des follicules de la première et une partie de celles de la seconde dentition. Quant aux autres phases de cette dernière, nous les avons établies par l'étude des sujets voisins du terme ou chez des nouveau-nés de divers âges.

Le plus petit de ces embryons, celui de 3 centimètres (septième semaine), dont nous avons fait des coupes portant sur la totalité de la tête (pl. I, fig. 1), nous a permis de déterminer qu'à cette période on ne rencontre encore de point d'ossification sur aucune partie du crâne ou de la face ; seule la mâchoire inférieure présente quelques travées osseuses rudimentaires au voisinage du cartilage de Meckel, ce qui est conforme à une observation déjà faite dans un travail français (1).

A ce moment, les mâchoires n'offrent à considérer, au point de vue de l'évolution folliculaire, que l'existence du bourrelet épithélial, lequel est identique avec les deux mâchoires (pl. I, fig. 1, d,d'). Ce bourrelet offre tous les caractères que nous lui avons assignés plus haut. Il n'y a pas trace de *lame épithéliale*. Le follicule n'est donc pas encore apparu dans ces premiers rudiments.

Le deuxième embryon soumis à notre observation avait 5 centimètres 1/2, soit deux mois, et, à cette époque, nous avons constaté que les gouttières dentaires commencent à se former : les cordons épithéliaux représentant l'organe de l'émail sont très-nettement détachés, et le bulbe dentaire apparaît déjà, sous forme d'un point opaque, dans l'endroit que nous avons assigné à sa genèse. Cette période du développement, comparée à l'état précédent, nous a permis ainsi de fixer de la septième à la huitième semaine l'apparition de la lame épithéliale et vers la huitième semaine la genèse de l'organe de l'émail du cordon épithélial. En outre, une remarque importante que nous avons pu faire, c'est que l'évolution est au même degré aux deux mâchoires, ainsi que pour tous les follicules de la première dentition. Qu'il s'agisse des incisives, des canines ou des molaires,

(1) Voyez Ch. Robin et E. Magitot, *Mémoire sur le cartilage de Meckel*, in *Annales des sc. nat.* 1862, 4e série, t. XVIII, pl. XVI, fig. 5 et 7.

l'état du développement est identique. Ces données, qui nous paraissent présenter un degré suffisant de précision, sont de nature à modifier les chiffres fournis à cet égard par un travail antérieur (1) dans lequel on assigne au début de l'évolution folliculaire le soixantième ou soixante-cinquième jour, ce qui correspondrait à la neuvième semaine. Le phénomène est donc notablement plus précoce. De plus, l'évolution, d'après les recherches dont nous parlons, présenterait à la mâchoire supérieure un certain retard sur l'inférieure, ce que nous n'avons pas constaté.

Sur un troisième embryon de 7 centimètres 1/2, correspondant à la onzième semaine, nous avons reconnu que le développement, toujours identique avec les deux mâchoires, et pour chacun des follicules de la même dentition, était parvenu à cet état où, le cordon folliculaire restant entier, le bulbe est constitué, unicuspidé pour les incisives et les canines, multicuspidé pour les molaires ; la paroi folliculaire se détache de la base de ce bulbe, mais n'est pas encore réunie au sommet du follicule. Il n'existe à ce moment aucune trace du cordon des dents secondaires. Le bulbe est constitué par de la substance amorphe et des noyaux ; sa couche superficielle, d'apparence membraneuse, se constate ; l'organe de l'émail est franchement étoilé, et la couche d'épithélium périphérique a déjà éprouvé un commencement d'atrophie relativement à la couche profonde.

Un quatrième embryon de 11 centimètres, soit douze semaines, nous a permis de constater que les follicules n'étaient pas clos et qu'aucune trace de chapeau de dentine, c'est-à-dire d'apparition première d'ivoire, n'était encore appréciable. L'état était resté le même sur un embryon de 15 centimètres, c'est-à-dire âgé de treize semaines.

C'est sur un embryon de 20 centimètres, soit au commencement du quatrième mois, que nous avons recueilli des observations précieuses sur certaines phases ultérieures de l'évolution : en effet, à cette époque, le cordon folliculaire primitif n'est pas encore rompu, le follicule n'est pas clos. On aperçoit manifeste-

(1) Voyez Robin et Magitot, *De la genèse et du développement des follicules dentaires*, loc. cit., p. 26.

ment un petit chapeau de dentine très-nettement dessiné sur certains follicules et non sur toute la série de la même dentition temporaire. En effet, c'est au moment de la genèse des premières traces d'ivoire que se dessine la première différence chronologique entre les divers groupes de follicules. Ainsi, tandis que les incisives et les canines sont pourvues d'un chapeau de dentine embryonnaire, les molaires ne le présentent qu'environ une semaine plus tard. Le bulbe a donc tout à fait la forme de la dent future; sa base est étranglée et reçoit les prolongements latéraux de l'organe de l'émail encore complétement constitué avec sa couche interne de cellules pourvues du *stratum intermedium* trés-accusé.

Enfin, c'est à cette époque qu'apparaît le premier bourgeonnement émanant du cordon primitif et destiné à former le *cordon secondaire* ou l'organe de l'émail des dents de seconde dentition. Ce bourgeon est au même état pour toutes les dents des deux mâchoires.

Sur un embryon voisin du précédent, long de 23 centimètres 1/2 et correspondant à la dix-huitième ou dix-neuvième semaine, nous avons fixé l'époque à laquelle a lieu la séparation du cordon secondaire avec le follicule primitif. Celui-ci s'isole de la sorte de la lame épithéliale et continue son évolution sans aucune connexion avec la muqueuse (pl. V, fig. 2). Le follicule permanent de son côté reste en continuité avec le cordon et par celui-ci à l'épithélium. Si nous appelons l'attention sur cette disposition, c'est parce que, en négligeant de tenir compte des phases successives de l'évolution, on serait tenté de croire que le follicule des dents permanentes naît directement de la lame épithéliale et non du cordon des dents temporaires. Ce dernier mode de genèse est, au contraire, très-précis et tout à fait invariable pour tous les follicules des dents permanentes précédées de dents temporaires correspondantes, soit par conséquent pour vingt dents de la seconde dentition : les huit incisives, les quatre canines et les huit prémolaires. Nous allons voir qu'il n'en est pas de même des autres follicules des dents permanentes.

En effet, les coupes pratiquées sur les mâchoires de ce même

embryon de 20 centimètres nous ont permis de préciser un fait très-important, c'est le mode et l'époque de la genèse du cordon de la première molaire permanente, qui n'est pas, comme on sait, précédée d'une dent temporaire correspondante. Cette genèse s'effectue à l'extrémité de la lame épithéliale et, comme chez l'embryon dont nous parlons le cordon épithélial présentait déjà une assez grande étendue, nous sommes autorisés à conclure que son apparition répond à la dix-septième semaine environ (pl. VI, fig. 2).

A cette époque de la séparation des follicules temporaires et du cordon des permanents correspondants apparaît encore la première trace des phénomènes de bourgeonnements et proliférations diverses des débris de ce cordon primitif et des masses épithéliales de la paroi, particularités qui ont été pour la première fois décrites en France (1).

D'autres embryons humains variant de dimension entre 27 et 37 centimètres et davantage nous ont permis de fixer les phases ultérieures de l'évolution aussi bien des follicules temporaires que de ceux des dents permanentes. Ces études successives nous ont ainsi conduits jusqu'à l'époque de la naissance et aux premiers temps de l'enfance.

C'est alors que nous avons pu établir deux points qui restaient à élucider dans cet ordre de recherches, à savoir : le mode et l'époque d'évolution du follicule de la seconde molaire permanente, et de la troisième molaire ou dent de sagesse.

Les résultats auxquels nous sommes parvenus à cet égard sont les suivants :

Lorsque sur des coupes des mâchoires, pratiquées chez un nouveau-né de deux à trois mois, on observe la région occupée par le follicule de la première molaire permanente, on reconnaît que le cordon épithélial de celle-ci présente un prolongement cylindrique dirigé horizontalement en arrière et terminé par une extrémité arrondie (pl. VI, fig. 3, K). Ce prolongement est le premier début du follicule de la deuxième molaire permanente.

(1) Voyez Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 75.

Ainsi se trouve fixée au troisième mois de la naissance l'origine de ce follicule.

Les phénomènes d'évolution de la dent de sagesse se rencontrent aux époques que voici :

C'est vers la troisième année que le bourgeon épithélial se détache du cordon de la molaire précédente, c'est-à-dire de la deuxième molaire permanente ; on peut regarder cette date comme à peu près certaine, d'après de nombreuses observations, et bien que les difficultés dont nons avons parlé nous aient empêché de suivre d'une manière très-rigoureuse les phases ultérieures de l'évolution. Ce qui est hors de doute, c'est qu'un petit chapeau de dentine est visible vers la douzième année.

Sans pousser plus loin cette longue analyse des préparations si multipliées que nous avons dû faire, nous allons les résumer en un tableau d'ensemble dans lequel se trouvent indiquées toutes les époques correspondant aux phases successives de l'évolution folliculaire. Ce tableau est le premier qui ait encore été donné d'une manière aussi complète avec les indications rigoureuses de la dimension et de l'âge des embryons.

L'examen de ce tableau permet d'envisager, par un coup d'œil d'ensemble, toutes les phases successives de l'évolution dentaire chez l'homme. Les indications qu'il fournit reposent sur l'examen d'un nombre considérable de pièces ; elles nous paraissent donc présenter une grande précision. Elles ont en outre, en dehors de leur intérêt physiologique, une portée importante, tant au point de vue de la tératologie si complexe du système dentaire, qu'au point de vue plus particulièrement chirurgical. On y trouvera en effet des données précieuses à l'égard de certaines anomalies, soit dans le siége, soit dans la direction, soit encore dans les dispositions diverses du système dentaire. Elles éclairent, en outre, la pathogénie de certains kystes qui ont pour siége le follicule dentaire, et elles permettront de fixer l'époque du début de ces productions pathologiques ainsi que celle de certaines lésions de nutrition, les odontomes par exemple. Nous le croyons donc appelé à un certain nombre d'applications utiles.

Pour ce qui concerne les autres espèces de mammifères sur les

Chronologie du follicule dentaire chez l'homme.

DÉSIGNATION des follicules.	LIEU de la genèse du cordon.	DÉBUT de l'organe de l'émail.	APPARITION du bulbe.	APPARITION de la paroi folliculaire.	CLOTURE du follicule. Rupture du cordon.	APPARITION du chapeau de dentine.	ÉPOQUE d'éruption de la dent.	ÉPOQUE de la chute spontanée.
A. *Dentition temporaire.*								
Incisives centrales inférieures.	…	…	…	…	…	16e semaine.	6e mois.	7e année.
— supérieures.	…	…	…	…	…		10e mois.	7 ans 1/2.
Incisives latérales inférieures	…	…	…	…	…		16e mois.	8e année.
— supérieures.	…	…	…	…	…		20e mois.	
Canines inférieures	Lame épithéliale.	de la 7e à la 8e semaine.	9e semaine.	10e semaine.	Commencement du 4e mois.	…	Du 30e au 32e mois.	12e année.
— supérieures						…		
Premières molaires inférieures.	…	…	…	…	…	17e semaine.	24e mois.	10e année.
— supérieures.	…	…	…	…	…		26e mois.	10 ans 1/2.
Deuxièmes molaires inférieures.	…	…	…	…	…		28e mois.	11e année.
— supérieures	…	…	…	…	…		30e mois.	11 ans 1/2.
B. *Dentition permanente.*								
Incisives centrales inférieures	…	…	…	…	…	…	7e année.	…
— supérieures	Cordon des dents temporaires correspondantes.	…	…	…	…	…		…
Incisives latérales inférieures		…	…	…	…	…	8 ans 1/2.	…
— supérieures		…	…	…	…	…		…
Canines inférieures		…	…	…	…	…	De 11 à 12 ans.	…
— supérieures	…	…	…	…	…	…		…
Premières prémolaires inférieures.	Cordon des molaires temporaires correspondantes.	Vers la 16e semaine.	20e semaine.	21e semaine.	9e mois.	1er mois de la naissance.	De 9 à 10 ans.	…
— supérieures.								…
Deuxièmes prémolaires inférieur.		…	…	…	…	…	11e année.	…
— supér.		…	…	…	…	…		…
Premières molaires inférieures.	Lame épithéliale.	15e semaine.	17e semaine.	18e semaine.	20e semaine.	6e mois de la vie fœtale.	De 5 à 6 ans.	…
— supérieures								…
Deuxièmes molaires inférieures.	Cordon de la 1re mol. permanente.	3e mois après la naissance.	1re année.	1re année.	1re année.	3e année.	De 12 à 13 ans.	…
— supérieures								…
Troisièmes molaires inférieures.	Cordon de la 2e mol. permanente.	3e année.	Au-delà de la 6e année.	Au-delà de la 6e année.	Au-delà de la 6e année.	12e année.	De 18 à 25 ans.	…
— supérieures								…

quelles nous avons fait porter nos observations, nous ne pouvons donner que des résultats moins concluants, tantôt parce que la tête seule avait été mise à notre disposition, tantôt par suite de leur macération prolongée qui avait altéré leur forme et leur dimension, tantôt enfin en raison de l'absence de tout document établissant les relations d'âge et de longueur. Certains d'entre eux ont pu toutefois nous fournir des données utiles que nous reproduisons.

Chez le chien, nos observations se sont bornées à l'examen de quelques individus nouveau-nés; aussi les faits concernant la chronologie du follicule dentaire sont-ils très-peu nombreux. Nous avons toutefois reconnu qu'à l'époque de la naissance, les follicules de première dentition sont déjà pourvus d'un chapeau de dentine, que le cordon des incisives permanentes est né et que, pour les centrales, il est déjà possible d'apercevoir le bulbe naissant.

Chez le mouton et le veau, nos études ont porté sur un grand nombre d'embryons, mais nous n'avons pu en établir l'âge en raison de l'absence de documents. Nous allons toutefois fournir quelques indications en tenant simplement compte de la longueur des individus mis en observation.

Chez le mouton, alors que l'embryon a 42 millimètres de longueur totale (pl. I, fig. 2), on ne trouve au bord des mâchoires que le bourrelet sans traces de *lame épithéliale*. C'est lorsque l'embryon a acquis 52 millimètres que l'on aperçoit la lame épithéliale bien constituée (pl. I, fig. 3) sur un embryon de 65 millimètres, rien n'est encore changé dans le développement, et l'on peut alors étudier à un grossissement de 300 diamètres environ la constitution de la lame (pl. II, fig. 2).

Lorsque l'embryon a atteint 72 millimètres, l'extrémité de la lame présente un renflement très-marqué qui correspond à la formation de l'organe de l'émail de la dent future (pl. II, fig. 4, G). A un degré un peu plus avancé, l'embryon mesurant 82 millimètres, l'organe de l'émail et le bulbe ont achevé leur formation et la paroi folliculaire apparaît à la base du bulbe (pl. III, fig. 1 et 2, I).

C'est lorsque l'embryon a atteint 115 millimètres qu'on constate la formation complète de la paroi et sa clôture au niveau du cordon épithélial dont la rupture est imminente.

Il résulte aussi de ces divers documents, que c'est ultérieurement à l'époque où l'embryon à mesuré 115 millimètres qu'on voit apparaître le début du chapeau de dentine.

Tels sont les faits que nous avons recueillis sur les agneaux embryonnaires que nous avons pu nous procurer.

Chez le veau, nos observations sous le rapport chronologique sont beaucoup plus limitées. Les pièces que nous avons étudiées se bornaient simplement à la tête, sans renseignement aucun sur l'époque de la gestation. Aussi ces pièces nous ont-elles principalement servi à des descriptions de détails qui ont pu être très-rigoureusement déterminés chez cet animal (voyez pl. IV, fig. 1, 2 et 3). Nous dirons toutefois que chez un fœtus de huit mois nous avons trouvé les dents incisives temporaires très-développées et que les incisives permanentes présentent l'état folliculaire au complet avec un commencement de chapeau de dentine.

Chez le cheval, nous sommes parvenus à quelques fixations assez précises, relativement aux phases de l'évolution folliculaire. Nos observations ont porté sur quatre embryons de dimensions variées.

Le premier de ces embryons, que nous devons ainsi que les deux suivants à l'obligeance de M. Raynal, directeur de l'École vétérinaire d'Alfort, avait cent jours. A cette période, l'organe de l'émail du follicule de la pince centrale est déjà formé, et le bulbe apparaît. Pour les pinces latérales, le développement correspond à l'apparition de l'organe de l'émail. Ces circonstances établissent que l'évolution est un peu différente pour les diverses espèces d'incisives, ce qui les distingue des mêmes dents chez l'homme et d'autres mammifères, chez lesquels l'évolution paraît être au même degré.

Pour les molaires, on constate qu'à cette même époque le bulbe a apparu pour tous les follicules de la première dentition, ainsi que les premiers vestiges de la paroi folliculaire.

Sur un second embryon de cent quatre-vingt-dix jours, le folli-

cule de la pince centrale temporaire est clos, tandis que celui de la première pince latérale n'est parvenu qu'à l'époque de l'apparition du bulbe, et celui de la seconde latérale au moment où apparaît l'organe de l'émail. Ces dispositions, comme on voit, confirment encore l'inégalité du développement des diverses incisives.

Pour les molaires, les choses sont très-analogues : le follicule de la première temporaire est clos à cette date, tandis que celui de la seconde molaire est à l'état d'apparition de l'organe de l'émail, et alors qu'on n'aperçoit encore aucune ébauche de la troisième molaire.

C'est encore à cette période qu'apparaît, pour la première molaire permanente, le début de l'organe de l'émail.

Dans un troisième embryon mesurant 255 millimètres, ce qui correspond à deux cents jours environ, les follicules des incisives permanentes sont clos et complets ; l'organe de l'émail est très-gros. Les cellules prismatiques de la couche interne sont très-volumineuses, la couche externe a déjà disparu, mais il n'existe encore aucune trace de chapeau de dentine.

Les follicules des incisives permanentes sont parvenus à la période où l'organe de l'émail surmonte déjà un bulbe naissant, non encore étranglé à sa base (pl. III, fig. 4, K).

Pour les molaires, l'état du développement est à peu près le même pour les follicules des dents temporaires qui sont clos et bien constitués, mais sans trace de chapeau de dentine apparent. On voit manifestement l'organe du cément coronaire naissant. Il n'y a pas trace de l'organe du cément radiculaire. Le cordon épithélial brisé a produit des bourgeonnements nombreux.

Le quatrième embryon du cheval que nous avons pu étudier avait deux cent vingt jours, mais une macération très-prolongée dans l'alcool ne nous a pas permis d'en tirer grand profit. Nous avons pu seulement déterminer que le follicule temporaire était très-volumineux, pourvu d'un chapeau de dentine déjà considérable. Ce cordon épithélial, rompu depuis longtemps sans doute, présentait encore quelques débris. Les deux organes du cément coronaire et radiculaire sont en place et tout à fait développés.

Nous terminerons ces considérations chronologiques par quelques notes relatives aux rongeurs :

Sur un embryon de cobaye de 2 centimètres de longueur totale, ce qui paraît correspondre au milieu de la gestation environ, le follicule est à l'état où l'organe de l'émail, en forme de capuchon, coiffe le bulbe : il n'y a pas de paroi folliculaire constituée ni de chapeau de dentine apparent.

Sur un autre embryon de 4 centimètres de longueur, les follicules temporaires sont constitués, et à un degré à peu près égal de développement. Ils sont pourvus d'un chapeau de dentine recouvert d'une petite couche d'émail.

Chez le lapin, nous avons vu qu'à la naissance les incisives ont effectué leur éruption ; les molaires, encore incluses, sont à l'état de follicules très-développés avec un chapeau de dentine composé d'ivoire et d'émail en couches épaisses. Au-dessous des molaires temporaires, on constate la présence des follicules permanents déjà pourvus d'un petit chapeau de dentine très-manifeste.

Nous ne poursuivons pas plus loin ces considérations, qui perdent d'ailleurs chez les mammifères tout l'intérêt qu'elles présentent chez l'homme, à propos duquel nous avons surtout multiplié nos études.

§ 7. — **Critiques des théories. Résumé et conclusions.**

Le problème de la genèse et de la formation du follicule dentaire des mammifères a depuis très-longtemps été l'objet de nombreuses recherches et suscité plusieurs théories. L'époque relativement précoce de la vie embryonnaire à laquelle correspond le début de ces phénomènes, les difficultés que présente la préparation des pièces, le traitement par divers réactifs auxquels on est obligé de les soumettre, etc., sont autant de causes qui ont retardé la connaissance exacte de cette évolution embryogénique.

La question a passé par un certain nombre de phases, et sans remonter bien loin dans cette histoire, sans rappeler les opinions des auteurs anciens imbus de théories préconçues sur la nature

des dents ou étrangers aux procédés d'investigation de l'école anatomique moderne, nous dirons qu'en remontant seulement vers le milieu du siècle dernier, nous trouvons qu'Hérissant (1) ayant cru constater à la surface de la muqueuse gingivale certaines petites dépressions, les a considérées comme des orifices de canaux communiquant avec les follicules dentaires. Cette opinion, qui ne repose sur aucun fait anatomique, n'a d'ailleurs été adoptée que par un petit nombre d'auteurs (Bonn, 1773; Oudet, 1835). Suivant la théorie d'Hérissant que nous retrouvons plus tard plus nettement exprimée par Goodsir, la muqueuse gingivale serait le point de départ de la formation du follicule, et la paroi de celui-ci se développerait ainsi en premier lieu.

En 1835, dans un travail important, Raschkow (2) avance que le follicule dentaire se produit à la face profonde de la muqueuse sans participation nécessaire de celle-ci ; toutefois il ne spécifie pas quelle partie du follicule apparaît la première, et comment se produisent les autres. Toutefois Henle (3), Bischoff (4) et Kölliker (5) dans la première édition de son Anatomie microscopique, se rallient à son opinion.

Quelques années plus tard, parut le travail de Goodsir (6) dans lequel est formulée cette théorie bien connue, qui fait dériver les follicules temporaires et définitifs de la muqueuse elle-même. Aussitôt adoptée sans contestation par la plupart des auteurs, elle est actuellement encore à peu près la seule qu'on trouve dans le plus grand nombre de traités d'anatomie et de physiologie. Nous ne décrirons pas ici cette théorie par laquelle les follicules des deux dentitions résultent d'un simple renversement de la muqueuse; elle n'est fondée sur aucune donnée anatomique,

(1) *Nouvelles recherches sur la formation de l'émail des dents et sur celle de gencives. Mém. de l'Acad.* Paris, 1754.

(2) *Meletemata circa dentium mammalium evolutione Vratislariæ.* In-4°, 1835, p. 12.

(3) *Anat. gén.* 1845, p. 441 et suiv.

(4) *Traité du développement.* 1845, p. 401-418.

(5) *Mikroscop. Anat.* 1856, traduction française de Béclard et Séc, p. 490.

(6) *On the origine and development of the pulp and sacs of the human teeth* Edinburgh, *Med. and surg. Journal*, 1838.

si ce n'est sur cette apparence de gouttière qu'on réalise sur le bord gingival de l'embryon par une macération prolongée des préparations dans lesquelles s'opère alors la séparation de la couche épidermique formant le bourrelet gingival, d'avec la gouttière qui le renferme. Ce n'est donc, comme nous l'avons dit, que par un procédé artificiel, ainsi que l'ont fait déjà remarquer Kölliker (1) et Kollmann (2), que la théorie en question peut prendre quelque apparence de réalité, car rien dans les conditions normales ne peut s'y prêter en aucune manière.

Malgré le succès de la théorie de Goodsir universellement répandue en Angleterre et en Allemagne, N. Guillot publia en France un travail (3) dans lequel il chercha à montrer que la dent se développait en dehors de toute participation de la muqueuse. C'est par une masse née au sein du tissu embryonnaire que se formeraient les follicules : il l'appelle *sphéroïde initial*, ou trace primitive des dents. Il décrit ensuite dans ce sphéroïde trois divisions : l'une centrale, qu'il nomme *nucleus*, représentant le *bulbe* ; l'autre, moyenne, située autour de la première, c'est l'*organe de l'émail* ; la troisième enfin, la plus extérieure, qui s'organiserait pour former une membrane, c'est le *sac dentaire*. Dans cet ensemble de description, il est facile de voir que N. Guillot s'est borné à pratiquer et à figurer des coupes passant au travers de follicules à un degré déjà avancé de l'évolution et qu'il n'a point saisi le mode d'origine des parties composantes de l'organe et la succession des phases du développement. Ce travail n'a donc nullement éclairé la question.

Quelques années plus tard, en 1860, parut encore en France un travail étendu, publié par M. Ch. Robin, en collaboration avec l'un de nous (4). Ce mémoire contenait une théorie complète de l'évolution folliculaire d'après laquelle le bulbe dentaire serait la

(1) *Histologie humaine*, édit. Trad. française, 1869.

(2) *Loc. cit.*, p. 150.

(3) *Recherches sur la genèse et l'évolution des dents et des mâchoires. Ann. des sc. nat.*, IVe série, t. IX. 1858.

(4) Robin et Magitot, *Mémoire cité. Journ. de physiol.* de Brown-Séquard, 1860-61.

première partie du follicule qui apparût au sein des mâchoires, au fond de la gouttière et au voisinage des vaisseaux et des nerfs ; viendraient ensuite l'organe de l'émail, puis la paroi, émanation du bulbe, s'élevant sur les côtés de l'organe pour entourer toutes ses parties et se réunir au sommet. Quelle que soit l'exactitude des descriptions de ce travail, il est évident que ses auteurs ont méconnu le mode exact de genèse du follicule, c'est-à-dire l'apparition comme première ébauche de l'organe de l'émail, le bulbe ne se produisant qu'en second lieu.

D'où vient cette erreur sur l'interprétation du phénomène initial ? Elle résulte évidemment du mode trop exclusif d'étude qui a été adopté : c'est, en effet, par des préparations de follicules aplatis progressivement entre deux lames de verre que les observations ont été faites. Très-peu de coupes ont été pratiquées. Les auteurs ont voulu en cela conserver, dans leurs rapports réciproques, toutes les parties qu'ils disséquaient ensuite pour les recherches de détail. La crainte des déformations et de la perturbation dans les rapports qui résultent parfois de coupes pratiquées sur des masses un peu épaisses de tissus et, il faut le dire, l'insuffisance des procédés de durcissement connus à cette époque ont contribué singulièrement à entraîner ces anatomistes dans l'erreur qu'ils ont commise.

La question en était à ce point, lorsque Kölliker découvrit, en 1863 (1), l'existence d'une bande épithéliale sous-jacente au bourrelet gingival de la muqueuse et qui occupe toute la longueur des mâchoires. C'est cette bande continue que Kölliker appelle l'*organe de l'émail* et que nous ne considérons que comme une simple dépendance du bourrelet épithélial. Le terme d'*organe de l'émail* ne nous paraît pas convenir, en effet, à une lame qui ne contribue pas directement à la formation du follicule, puisque c'est sur un certain nombre de points de celle-ci qu'apparaissent des bourgeons qui deviennent alors directement les organes de l'émail ; ces bourgeons sont en nombre égal à celui des dents

(1) *Die Entwicklung der Zahnsäckchen der Wiederkäuer.* Zeitschr. f. Wissen. Zool. 1863. Gewebelehre, 4 Aufl.

futures, et dans l'intervalle des deux bourgeons ou organes de l'émail on retrouve intacte la lame épithéliale.

Quoi qu'il en soit de l'interprétation, les vues de Kölliker étaient très-justes, et elles devinrent le point de départ d'une série de travaux qui donnèrent à la question de l'évolution du follicule dentaire une physionomie toute nouvelle. Deux faits étaient désormais acquis, à savoir : l'apparition de l'organe de l'émail comme première partie constituante du follicule, et son origine épithéliale. Sur ce dernier point, les idées déjà anciennement émises par Marcusen et Huxley se trouvaient confirmées (1).

A la suite du travail de Kölliker, viennent se grouper un certain nombre de recherches émanant de ses élèves, ou provenant d'autres écoles allemandes : tels sont les mémoires de Waldeyer, Hertz, Wendzel, Kollmann, etc. (2).

Dans ces différents travaux, l'idée de Kölliker est prise comme point de départ. Waldeyer décrit exactement la descente du cordon et la formation des parties composantes du follicule. Il indique aussi que le follicule des dents permanentes naît d'un bourgeonnement du cordon primitif, mais il ne mentionne point à cet égard la variabilité du mode de genèse suivant les espèces de dents, ni le lieu précis où s'effectue cette genèse. Il signale d'ailleurs, dans sa dernière publication (3), les lacunes qui subsistent dans ces questions, malgré les nombreux travaux publiés. Hertz et Wendel se sont ralliés aux idées émises par Kölliker et

(1) Marcusen, *Ueber die Entwicklung der Zähne. Bulletin de l'Acad. impériale de Saint-Pétersbourg*. 1849. — Huxley, *Quart. journal of microscopical science*. 1854, 1855, 1857.

(2) Waldeyer, *Untersuch. über die Entwicklung der Zähne* : I Abth. Königsberg und Jahrbücher IV, Bd. 1864 ; II Abth. *Zeitschr. fur rat. Med.*; III, 24, Bd. 1865.— IV. *Bau und Entwicklung der Zähne* in Stricker, *Handbuch der Lehre von den Geweben*. Leipzig, 1871, p. 333 et suiv. — Hertz, *Untersuchungen über feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. Virch. Arch.* 1866, Bd. 37 ; *id.*, *Ein Fall von geheilter Zahnfractur mit nachfolgender Schmelzbildung. Virch. Arch.* 1866, 38 Bd.— Wendzel, *Untersuchungen über das Schmelzorgan und den Schmelz*, etc. *Arch. von Hekde*. 1868, p. 97.— Kollmann, *Entwicklung der Milk und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschrift fur Wissenschaftliche Zoologie*, von Siebold und Kölliker ; zwanzigster Band, zweites Heft, p. 145. Leipzig, 1870.

(3) Voy. in Stricker, *loc. cit.* 1871, p. 352.

Waldeyer, sans rien apporter de nouveau à la question de l'origine du follicule. Ils ont toutefois avancé quelques opinions nouvelles sur d'autres points de l'évolution folliculaire, et nous aurons à les discuter dans une autre occasion. Quant à Köllmann, le dernier anatomiste allemand qui ait étudié la question, il adopte d'abord les vues de Kolliker et de Waldeyer, au sujet de la naissance de l'organe de l'émail des dents temporaires ; mais lorsqu'il s'agit de l'origine du follicule permanent, il le fait dériver tantôt directement de la muqueuse, tantôt d'un des débris épithéliaux du cordon primitif, parfois même d'un globe épidermique. C'est encore de l'un de ces derniers points qu'il fait provenir les follicules surnuméraires, ainsi que nous l'avons déjà mentionné plus haut.

Les auteurs allemands sont donc, comme on voit, très-loin de s'entendre sur le mode d'origine du follicule dentaire. Quant aux phénomènes qui s'opèrent au sein de l'organe par suite de la naissance du bulbe, de la formation de la paroi, de la transformation de l'organe de l'émail, ce sont des points encore controversés.

Pour nous, et c'est ainsi que nous pouvons résumer en quelques mots notre travail, la formation du follicule dentaire consiste essentiellement dans la genèse de deux organes, l'un de nature *épithéliale*, émanant de l'épithélium de la muqueuse ; l'autre de nature *embryoplastique*, né au sein du tissu embryonnaire des mâchoires. Le premier de ces organes est l'*organe de l'émail ;* le second est le *bulbe* ou organe de l'ivoire. Ils se forment ainsi individuellement allant à la rencontre l'un de l'autre ; ils se pénètrent, de sorte que l'un devient en quelque sorte le capuchon de l'autre, tandis que de la base du bulbe se détachent des lambeaux membraniformes qui enveloppent peu à peu complétement les deux organes et achèvent la clôture du follicule.

Si l'on envisage le mécanisme au point de vue de la physiologie générale, on est immédiatement frappé de l'analogie extrême qu'il présente avec les phénomènes de la formation du follicule pileux : ici encore on voit, d'une part, un cordon épithélial qui descend de la couche de Malpighi au sein du derme ; puis sur un

point de celui-ci apparaît le bulbe qui pénètre le premier, s'en fait un capuchon, tandis que de sa base se détachent les lambeaux qui formeront les parois du sac. Les faits sont identiques, et nous avons voulu, pour qu'on pût s'en convaincre, mettre par une figure l'analogie hors de doute (voy. pl. VI, fig. 4). Ainsi se trouvent confirmées, par les données actuelles de la physiologie et de l'embryologie, la théorie émise depuis longtemps déjà par de Blainville sur l'analogie de composition et de formation des *phanères*, ainsi que la doctrine des *produits* développée avec tant de précision dans l'école anatomique moderne par Ch. Robin.

CONCLUSIONS.

1° La première ébauche des follicules dentaires apparaît par un *cordon* émanant de la couche épithéliale de la muqueuse gingivale.

2° Le cordon qui donne naissance aux follicules de la première dentition naît directement d'un prolongement de l'épithélium buccal (bourrelet épithélial et lame épithéliale). Le cordon des dents permanentes qui se substituent aux précédentes est un diverticulum du cordon primitif. Quant aux follicules des dents permanentes non précédées de temporaires correspondantes, elles naissent tantôt de la muqueuse, tantôt du cordon de la molaire précédente suivant les espèces de dents (voy. le tableau).

3° Le cordon, quel que soit d'ailleurs son point d'origine, est invariablement épithélial : il se compose, à son pourtour, des éléments prismatiques de la couche de Malpighi, et au centre, de cellules épithéliales polyédriques.

4° L'extrémité du cordon, qui prend bientôt la forme d'un renflement en massue, constitue l'*organe de l'émail* du follicule futur.

5° Le *bulbe dentaire* apparaît spontanément au sein du tissu embryonnaire, et sur un point qui avoisine directement le renflement du cordon épithélial.

6° L'organe de l'émail et le bulbe se recouvrent et se moulent l'un sur l'autre, le premier servant de capuchon au second, dis-

position qui se retrouve dans toutes les périodes de l'évolution qui précèdent l'apparition de l'ivoire et de l'émail, c'est-à-dire de la couronne future.

7° La paroi folliculaire résulte d'une émanation directe des éléments du bulbe, de la base duquel elle se détache pour s'élever sur les côtés jusqu'au sommet du follicule où, se réunissant à elle-même, elle constitue le sac folliculaire.

8° A la clôture du follicule correspond la rupture du cordon épithélial et, dès ce moment, le follicule perd toute connexion avec la muqueuse. La formation folliculaire est dès lors achevée.

9° Les phénomènes d'évolution des follicules, à quelque dentition qu'ils appartiennent, sont de nature identique ; les seules différences qu'on observe portent sur le point exact de l'origine du cordon épithélial et sur la durée que mettent à s'effectuer au sein des mâchoires les phases successives de l'évolution.

10° Les modes de genèse du follicule dentaire et du follicule pileux sont identiques.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Fig. 1. — Coupe de la partie antérieure de la face d'une embryon humain long de 3 centimètres. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.

b. Premier vestige de la glande sous-maxillaire.

c. Dépression de la muqueuse au niveau du plancher de la bouche.

d. Bourrelet épithélial de la mâchoire inférieure; c'est de ce bourrelet qui s'étend dans toute la longueur de l'arc maxillaire et dont on ne voit ici que la coupe, que naîtra la lame épithéliale.

d'. Bourrelet épithélial de la mâchoire supérieure.

E. Coupe de la langue.

F,F,F. Cavité buccale ; une mince couche épithéliale tapisse ses parois.

g. Mâchoire supérieure.

H. Bourgeon incisif.

I. Coupe des yeux.

FIG. 2. — Coupe de la région incisive de la mâchoire inférieure d'un embryon de mouton, long de 0,042 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

Même signification des lettres. Le rapprochement des deux lames du cartilage de Meckel démontre que la coupe a été exécutée dans la partie antérieure du maxillaire.

FIG. 3. — Coupe de la région incisive du maxillaire inférieur d'un embryon de mouton de 0,059 millim.

Les lettres *a*, *c*, *d*, ont la même signification que dans les figures précédentes.

E. Lame épithéliale naissant du bourrelet épithélial.

PLANCHE II.

FIG. 1. — Coupe de la région incisive du maxillaire inférieur d'un embryon de mouton de 0,115 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses du maxillaire.
c. Coupe de l'artère dentaire.
d. Bourrelet épithélial.
E. Lame épithéliale.
F. Cordon.
g. Organe de l'émail.
h. Apparition du bulbe qui déprime la base de l'organe de l'émail.

Dans cette préparation qui a été reproduite d'après nature, ainsi, du reste que toutes les autres, on a conservé certains défauts qui doivent être rapportés à la macération trop prolongée de la pièce dans les réactifs; ainsi l'écartement qui se voit entre les parois du follicule I et l'organe de l'émail G est artificiel ; à l'état frais, toutes ces parties sont en contact, un écartement analogue s'est produit du côté opposé au niveau de l'extrémité de la lame épithéliale.

Nous signalons, une fois pour toutes, la cause de cet écartement que l'on rencontrera dans d'autres figures.

On voit que dans cette préparation la coupe a passé au niveau d'un follicule au début pour un côté de la mâchoire, et pour l'autre côté entre deux follicules, puisque la lame épithéliale seule se montre en ce point.

FIG. 2. — Coupe d'une des branches du maxillaire inférieur d'un mouton de 0,065 millim. (Grossissement, 260 diamètres.)

Cette préparation et la suivante montrent la disposition des éléments dans le bourgeon épithélial et la lame épithéliale.

d. Épithélium de la surface buccale se prolongeant dans la mâchoire sous forme d'un bourgeon plus ou moins vertical.

E. Lame épithéliale naissant de ce bourgeon. — Le bourgeon et la lame sont entourés par le tissu embryonnaire de la mâchoire.

Fig. 3. — Coupe de la lame épithéliale d'un mouton un peu plus âgé. (Grossissement, 350 diamètres.)

C. Cellules prismatiques qui font suite aux cellules de la couche de Malpighi.

D. Grandes cellules épithéliales du bourrelet épithélial.

F. Petites cellules de la lame épithéliale. — Cette lame épithéliale est renflée à son extrémité ; ce renflement est l'origine de l'organe de l'émail et du cordon.

Fig. 4. — Coupe d'une des branches du maxillaire inférieur d'un mouton long de 0,072 millim. (Grossissement, 80 diamètres.) Apparition de l'organe de l'émail à l'extrémité de la lame épithéliale.

a. Cartilage de Meckel.

d. Épithélium buccal et bourrelet épithélial.

E. Lame épithéliale.

g. Début de l'organe de l'émail.

Fig. 5. — Coupe d'une branche de la mâchoire inférieure d'un embryon de cheval long de 190 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.

b. Traces d'ossification.

E. Lame épithéliale.

F. Cordon.

G. Organe de l'émail.

H. Bulbe.

I. Parois du follicule qui naissent à la base du bulbe. Entre ces parois et l'organe de l'émail on voit un écartement accidentel.

PLANCHE III.

Fig. 1. — Coupe d'une des branches du maxillaire inférieur d'un embryon de mouton de 0,082 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.

C. Épithélium buccal.

E. Lame épithélialo.

F. Cordon.

g. Organe de l'émail.

H. Bulbe.

I. Parois du follicule.

K. Bourgeon du cordon qui donnera plus tard naissance au follicule permanent.

Fig. 2. — Même préparation que dans la figure précédente, examinée à un grossissement de 260 diamètres.

Les lettres ont la même signification.

Fig. 3. — Coupe de la région incisive du maxillaire inférieur d'un embryon de vache. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Traces d'ossification.
d. Épithélium buccal.
E. Lame épithéliale.
F. Cordon.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Couche interne des cellules prismatiques de l'organe de l'émail.
I'. Couche externe des cellules prismatiques de ce même organe.
K. Bourgeon qui donnera naissance au follicule de la dent permanente.

Fig. 4. — Coupe de la région incisive de la mâchoire inférieure d'un embryon de cheval de 255 millim. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Traces d'ossification.
d. Épithélium buccal.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Couche interne des cellules prismatiques de l'organe de l'émail.
K. Bulbe de la dent permanente recouvert par l'organe de l'émail et les traces du cordon secondaire.
L. Siége de l'organe du cément coronaire.

PLANCHE IV.

Fig. 1. — Coupe d'une des branches de la mâchoire inférieure d'un veau. (Grossissement, 80 diamètres.)

Les trois figures de cette planche sont destinées à montrer la rupture et les bourgeonnements de la lame épithéliale et du cordon.

a. Cartilage de Meckel.
b. Traces d'ossification.
c. Couche de Malpighi.
d. Épithélium buccal.
F. Couche interne des cellules prismatiques de l'organe de l'émail.
F'. Couche externe des cellules prismatiques de ce même organe.
g. Éléments étoilés de l'organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Parois du follicule.
K. Débris et bourgeonnements du cordon.

Fig. 2. — Débris du cordon observés au-dessus d'un follicule d'embryon de veau. (Grossissement, 100 diamètres.)

a. Parois du follicule.

b. Bourgeons épithéliaux de ces parois.
c. Couche de Malpighi.
d. Épithélium buccal.
E,E. Débris et bourgeonnements du cordon.
F. Débris de la lame épithéliale.

Fig. 3. — Bourgeonnements du cordon observés sur un embryon de veau à un grossissement de 260 diamètres.

a. Parois du follicule.
b. Bourgeons épithéliaux de ces parois.
c. Lame épithéliale encore intacte.
d. Épithélium buccal.
E,E. Bourgeons qui dérivent du cordon.
F. Globe épidermique.

PLANCHE V.

Évolution du cordon de la dent permanente chez l'homme.

Fig. 1. — Coupe d'une branche de la mâchoire inférieure d'un embryon humain long de 20 centimètres, au niveau des molaires temporaires. (Grossissement, 80 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses.
c. Coupe de l'artère dentaire.
c'. Coupe du nerf dentaire.
d. Épithélium buccal.
E. Organe de l'émail du follicule de la dent temporaire.
F. Cordon du follicule de la dent temporaire.
H. Bulbe.
I. Parois du follicule.
K. Cordon du follicule de la dent permanente, émanant du cordon primitif.

Fig. 2. — Coupe d'une branche du maxillaire inférieur d'un embryon humain de 0,23 centimètres dans la région incisive. (Grossissement, 80 diamètres.)

Dans cette préparation, le cordon secondaire commence à s'isoler du follicule primitif.

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses.
c. Coupe de l'artère dentaire.
c'. Coupe du nerf.
d. Épithélium buccal.
E. Cordon du follicule temporaire.

G. Organe de l'émail.
H. Bulbe surmonté d'un petit chapeau de dentine.
K. Cordon du follicule permanent.
L. Lieu où s'opère la séparation du cordon secondaire d'avec le follicule primitif. Le cordon secondaire se continue avec la portion supérieure du cordon primitif.

Fig. 3. — Coupe d'une branche de la mâchoire inférieure d'un embryon humain long de 38 centimètres dans la région incisive. (Grossissement, 80 diamètres.)

b. Travées osseuses.
d. Épithélium buccal.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Cordon secondaire.
K. Débris des parois du follicule et de la portion inférieure du cordon primitif.
L. Renflement terminal du cordon secondaire; ce renflement va devenir l'organe de l'émail du follicule permanent.

Fig. 4. — Coupe d'une petite molaire inférieure d'un embryon humain de 47 centimètres de longueur.

b. Travées osseuses.
d. Épithélium buccal.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
K. Débris du cordon secondaire.
K′, K″. Masses épidermiques.

PLANCHE VI.

Fig. 1. — Coupe dans la région incisive inférieure d'un embryon humain de 56 centimètres. (Grossissement, 80 diamètres.)

b. Travées osseuses.
d. Épithélium buccal.
E. Couche de Malpighi.
F. Débris de la lame épithéliale.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe.
I. Parois du follicule.
J. Chapeau de dentine et d'émail.
K. Débris du cordon secondaire.
L. Bulbe de la dent permanente recouvert par un petit organe de l'émail.

Fig. 2. — Coupe au niveau de la première molaire permanente sur une mâchoire d'un embryon humain long de 20 centimètres. (Grossissement, 30 diamètres.)

a. Cartilage de Meckel.
b. Travées osseuses.
c,c. Artère et nerf dentaires.
d. Épithélium buccal.
E. Cordon de la première molaire permanente naissant de la lame épithéliale.
F. Débris du cordon de la molaire précédente.
g. Insertions musculaires.

Fig. 3. — Coupe au même niveau sur une mâchoire d'un enfant âgé de trois mois. (Grossissement, 80 diamètres.)

b. Os maxillaire.
c,c. Artère et nerf dentaires.
F. Cordon du follicule de la première molaire permanente.
g. Organe de l'émail.
H. Bulbe de la première molaire permanente.
F. Cordon du follicule de la première molaire permanente.
K. Bourgeon qui donnera naissance au cordon, puis à l'organe de l'émail de la deuxième molaire permanente.

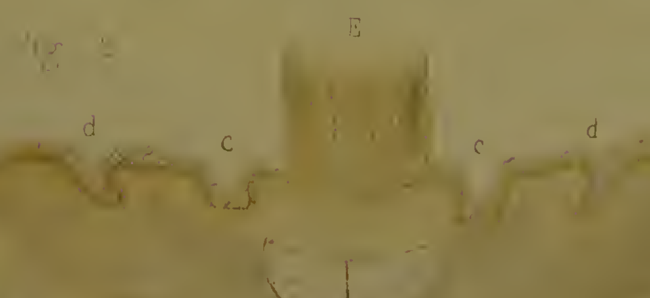
Fig. 4. — Nous représentons ici une coupe de la peau d'un embryon humain de 20 centimètres de longueur, pour montrer que le développement des poils est tout à fait analogue au développement des dents

a. Follicule pileux assez développé avec son bulbe qui refoule les cellules épithéliales.
b. Simple bourgeon épithélial.
c. Bourgeon épithélial avec un bulbe au début.
d. Surface épidermique.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.




I
H
I
F
F
g
g
F

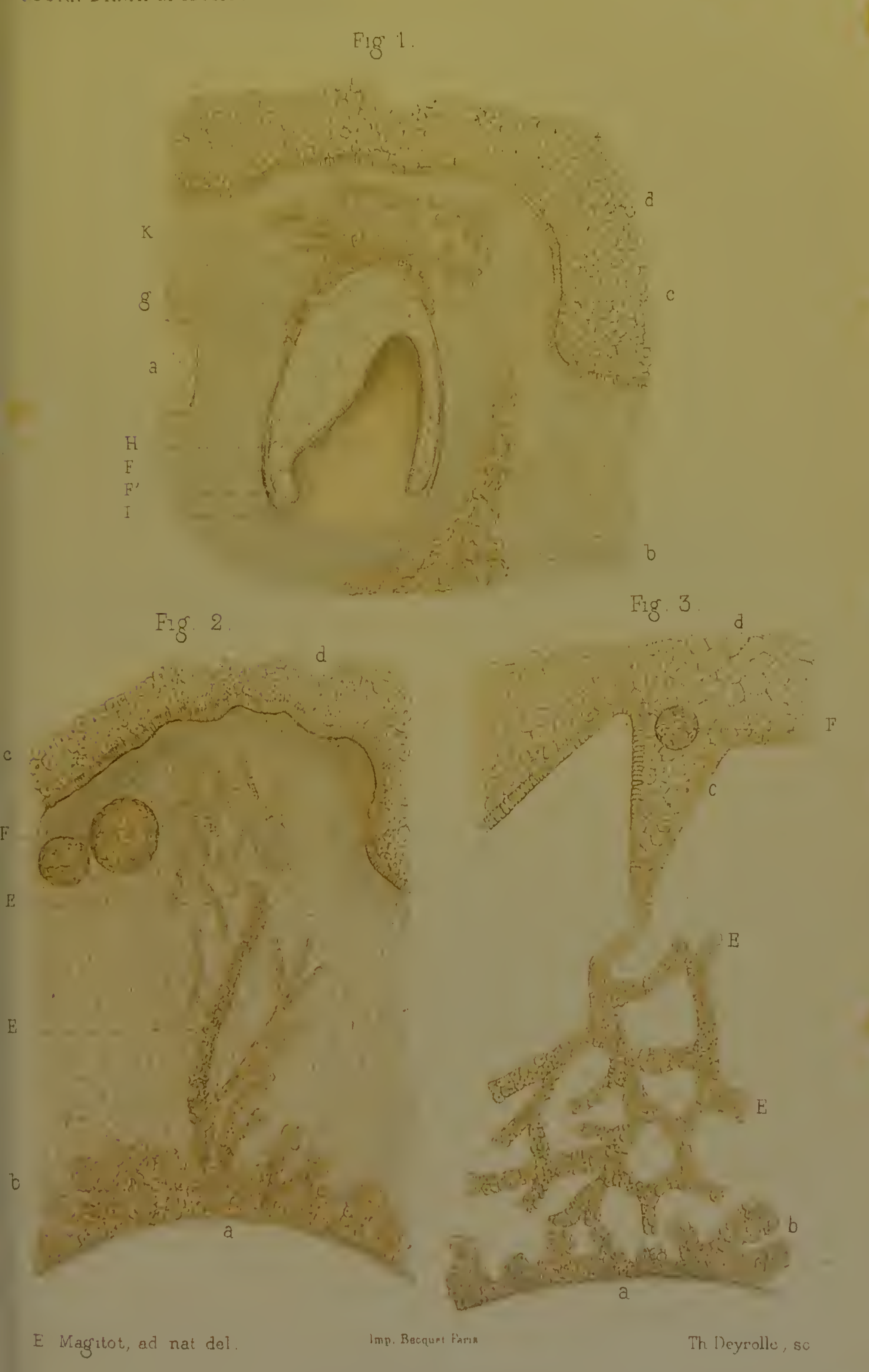

E
d
c
c
d


d
c
d



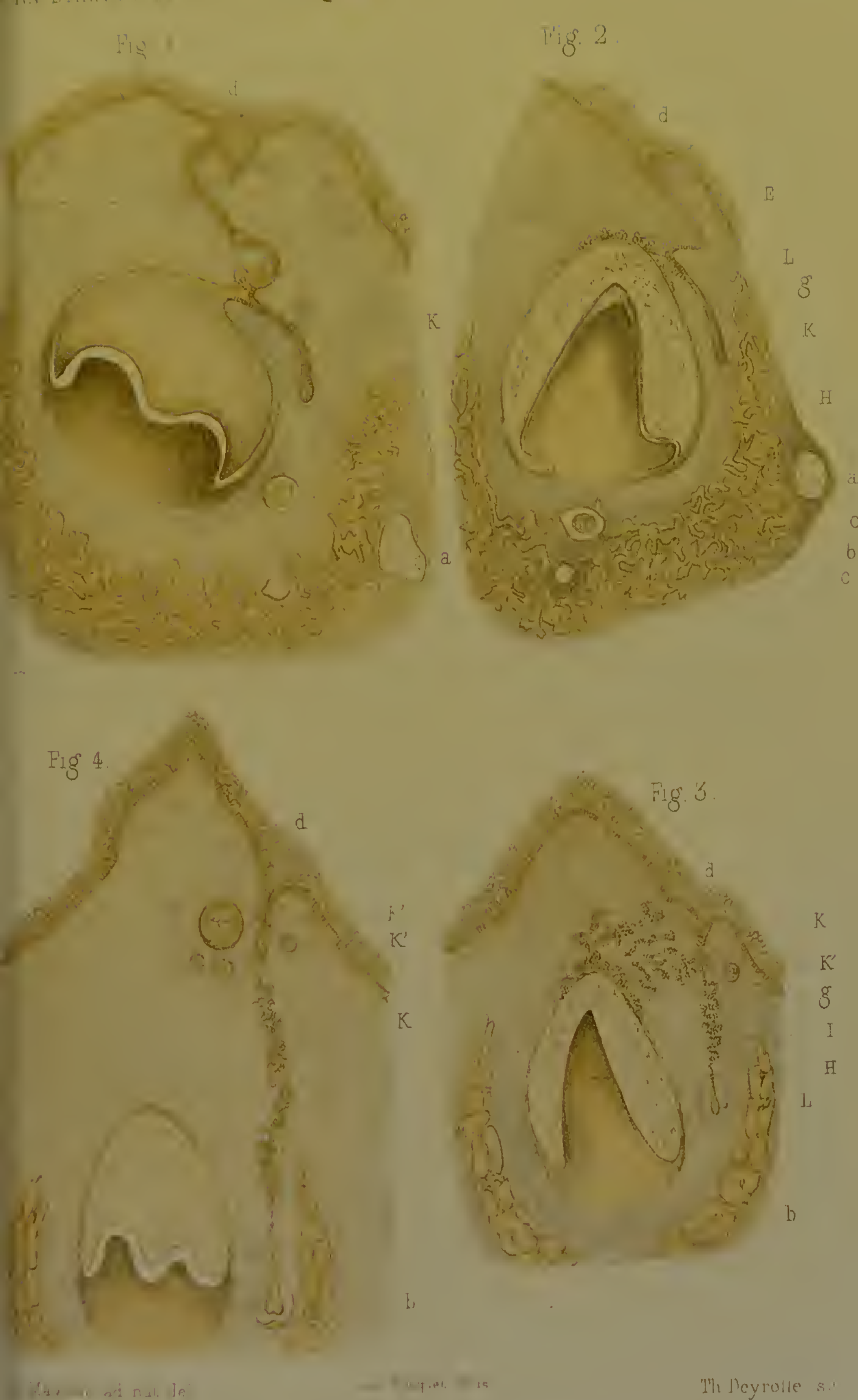
Fig. 1
c
d
E
b
a
Fig. 2
d
Fig. 3
c
F
d
Fig. 5
d
E
F
H
I
b
Fig. 4
d


Fig. 2
Fig. 4
K
L
H



E. Magitot, ad nat. del. Imp. Becquet Paris Th. Deyrolle, sc.

Germer Baillière, Libraire à Paris



Magitot ad nat. del. Th. Deyrolle sc.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



nat. del. Th. Deyrolle sc.

Germer Baillière, Libraire à Paris